



CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN ÁREAS
PROTEGIDAS
CASO DE ESTUDIO: RESERVA NACIONAL
MALALCAHUELLO



Habilitación presentada para optar al título de
Ingeniera Ambiental

FRANCHESCA KATERINE MUÑOZ ACEVEDO

Profesor Guía: Dr. Mauricio Aguayo

Concepción, Chile.

2021

**“CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN ÁREAS PROTEGIDAS. CASO ESTUDIO:
RESERVA NACIONAL MALALCAHUELLO”**

PROFESOR GUÍA: DR. MAURICIO AGUAYO ARIAS

PROFESOR COMISIÓN: DRA. MARIA ELIZA DÍAZ

PROFESOR COMISIÓN: Mg. JORGE FÉLEZ BERNAL



CONCEPTO: APROBADO CON DISTINCIÓN MÁXIMA

Conceptos que se indica en el Título

- ✓ Aprobado por Unanimidad : (En Escala de 4,0 a 4,9)
- ✓ Aprobado con Distinción (En Escala de 5,0 a 5,6)
- ✓ Aprobado con Distinción Máxima (En Escala de 5,7 a 7,0)

Concepción, noviembre 2021

AGRADECIMIENTOS

Después de tantos años de sacrificio y esfuerzo se termina una de las etapas más importante de mi vida que me llena de orgullo y felicidad; pero sé que esto no lo logre sola por eso quiero agradecer principalmente a mi mamá, papá y hermanos que me apoyaron cuando decidí dejar mi ciudad para estudiar Ingeniería Ambiental y que estuvieron presente en todo momento durante el transcurso de la carrera, como también a mis tíos que me acogieron en su hogar durante los cuatro años que estuve viviendo en Concepción, quienes me aconsejaban y me deseaban un buen día cada mañana, aunque mi tío ya no se encuentra actualmente, quisiera decirle que le agradezco un montón por todo el cariño.

Por otro lado, quiero agradecer a las compañeras que conocí en el transcurso de la carrera quienes hacían los días más entretenidos y con las que siempre salía a comer después de cada evaluación o a pasear en los días libres. Las considero personas muy valiosas, ya que siempre pude contar con ellas e hicieron de la experiencia universitaria un momento muy grato.

Por otra parte, quisiera agradecer a Camila Moya que me escuchaba en esos momentos más difíciles, siempre respondiendo, aunque la llamara a las 12 de la noche y me acompañaba a practicar y mejorar las presentaciones durante horas sin ninguna oposición.

Finalmente, quiero agradecer a los auxiliares quienes siempre saludaban afectuosamente cada mañana y los profesores que gracias a sus conocimientos he aprendido todo lo que sé hoy y principalmente a mi profesor guía quien me brindó su apoyo cuando tome este tema de investigación a pesar de las dificultades que se presentaron al principio y que se resolvieron gracias a su ayuda, como también por su comprensión en una etapa en la cual estaba sufriendo una serie de eventos desafortunados.

TABLA DE CONTENIDO

Índice de Tablas.....	iii
Índice de Figuras	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1. Turismo	2
2.2. Áreas Protegidas	5
2.3. Impactos del Turismo.....	9
2.4. Metodologías para evaluar impactos.....	12
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	17
4. OBJETIVOS	17
5. METODOLOGÍA	18
5.1. Área de estudio.....	19
5.2. Analizar la tendencia del número de visitas durante la última década en la Reserva Nacional Malalcahuello (obj. 1).....	21
5.3. Determinar la Capacidad de Carga de los senderos a estudiar (obj. 2).....	21
5.3.1. Cálculo de Capacidad de Carga Física (CCF)	22
5.3.2. Cálculo de Capacidad de Carga Real (CCR)	23
5.3.3. Cálculo de Capacidad de Carga Efectiva (CCE)	26
5.4. Desarrollar medidas que permitan mitigar el impacto causado por los visitantes en los senderos (obj. 3).....	28
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
6.1. Visitación Reserva Nacional Malalcahuello	29
6.1.1. Visitación General periodo 2007 – 2019	29
6.1.2. Tipo de Turista (Nacional o Extranjero).....	31
6.1.3. Edad de los visitantes	32
6.1.4. Visitación por sector (Colorado y Administración)	34
6.2. Capacidad de Carga Turística.....	38
6.2.1. Capacidad de Carga Física (CCF)	38
6.2.2. Capacidad de Carga Real (CCR).....	42
6.2.3. Capacidad de Carga Efectiva (CCE).....	55

6.3. Medidas de Mitigación	59
6.3.1. Acciones Realizadas por CONAF	59
6.3.2. Propuestas para mitigar el impacto.....	61
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
9. ANEXOS.....	73
Anexo A: Precipitación acumulada periodo 2010 – 2019	73
Anexo B: Evaluación Capacidad de Manejo de los sectores Administración y Colorado.....	73



Índice de Tablas

Tabla 1: Homologación de las áreas protegidas chilenas a las categorías de la UICN.....	6
Tabla 2: Categorías de Gestión de Áreas Protegidas.....	7
Tabla 3: Características del método CCT y LCA.	16
Tabla 4: Grado de erodabilidad según porcentaje de pendiente.	23
Tabla 5: Grado de dificultad según porcentaje de pendiente.....	24
Tabla 6: Criterios de evaluación de Capacidad de Manejo.....	26
Tabla 7: Visitación Reserva Nacional Malalcahuello periodo 2007 - 2019.....	29
Tabla 8: Comparación visitación año 2007 y 2019.	31
Tabla 9: Visitación según tipo de turista (nacional o extranjero) periodo 2007-2019.	31
Tabla 10: Visitación según edad de los turistas periodo 2007 – 2019.	33
Tabla 11: Visitación según sector (Colorado y Administración).	35
Tabla 12: Visitas Sector Colorado año 2020.	36
Tabla 13: Visitación por sendero.....	36
Tabla 14: Distancia y tiempo de los senderos.	38
Tabla 15: Pendiente de los senderos.	42
Tabla 16: Áreas sin cobertura vegetal de los senderos.	49
Tabla 17: Zonas con problemas de anegamiento de los senderos.....	53
Tabla 18: Capacidad de Manejo Sector Colorado.	56
Tabla 19: Capacidad de Manejo Sector Administración.	56
Tabla 20: Resumen Capacidad de Carga Turística de los senderos.	56
Tabla 21: Resumen Capacidad de Carga Turística considerando un escenario pandémico.	57
Tabla 22: Actividades de los Programas de Manejo.....	59

Índice de Figuras

Figura 1: Proyección de visitantes al año 2025.	5
Figura 2: Resumen metodología.	18
Figura 3: Mapa Reserva Nacional Malalcahuello.	19
Figura 4: ASPE más visitadas de Chile año 2019.	21
Figura 5: Visitación Reserva Nacional Malalcahuello periodo 2007 - 2019.....	30
Figura 6: Visitación según tipo de turista (nacional o extranjero) periodo 2007 - 2019.....	32
Figura 7: Visitación según edad de los turistas periodo 2007 - 2019.....	33
Figura 8: Mapa pendientes de la Reserva Nacional Malalcahuello.....	42
Figura 9: Climograma Estación Malalcahuello periodo 2010 – 2019.	48
Figura 10: Mapa uso de suelo Reserva Nacional Malalcahuello.	49
Figura 11: Índice de Humedad Topográfica (TWI) Reserva Nacional Malalcahuello.	53
Figura 12: Incorporación de señalética "No pasar".....	64



RESUMEN

En vista del aumento del turismo basado en la naturaleza en Chile, fenómeno que ocurre en todas las áreas protegidas del país, se hace necesario la evaluación de las condiciones que presentan las unidades en relación a la visitación, que para este caso de estudio corresponderá al análisis de la Reserva Nacional Malalcahuello con el fin de estimar si se evidencia algún impacto por la alta concurrencia que recibe la reserva cada año. Para ello, se utilizó la metodología de Capacidad de Carga Turística (CCT) desarrollada por Cifuentes (1992) en los senderos Piedra Santa, Laguna Blanca, Sierra del Colorado, Coloradito y Laguna Pehuenco, con el fin de estimar si su capacidad de tolerancia habría sido sobrepasada durante un periodo de una década comparando los valores obtenidos al utilizar la CCT con los registros del número de ingresos con los que contaba la unidad, encontrándose evidencia en uno de los senderos. Por otra parte, se proporcionará información sobre algunas medidas que fueron implementadas en otras áreas protegidas en Chile y en el extranjero en la administración de sus senderos que pudiesen servir de ejemplo y contribuir a la gestión de los senderos de la unidad.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existe un incremento del número de turistas que visitan las áreas protegidas, donde se estima que se reciben cerca de 8 mil millones de visitas al año (Balmford et al., 2015), por otro lado, las áreas protegidas cumplen un rol importante siendo un componente clave de las estrategias mundiales de conservación, en el cual el turismo ofrece una forma única y fundamental para promover la conexión entre los visitantes y los valores de las áreas protegidas, haciendo de esta una fuerza potencialmente positiva para la conservación (Leung et al., 2019). De hecho, al conservar estas áreas se promueve al cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), contribuyéndose así a los ODS 3 (salud y bienestar), ODS 6 (agua limpia y saneamiento), ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles), ODS 12 (producción y consumo responsable), ODS 13 (acción por el clima), ODS 14 (vida submarina) y ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres) (FAO, s.f.). Si bien, el turismo puede ofrecer una multitud de beneficios en áreas protegidas; pero si no se gestiona adecuadamente puede ocasionar muchos impactos negativos al medio ambiente y a las comunidades locales. (Leung et al., 2019).

En Chile se observa un importante aumento en el número de visitantes en gran parte de las áreas protegidas (Repetto et al., 2018), como consecuencia de este crecimiento las áreas protegidas se congestionan, produciéndose así impactos sociales y ambientales los que pueden significar un riesgo para los valores de las áreas protegidas (Leung et al., 2019), siendo algunos de estos impactos daños sobre el suelo, vegetación y fauna silvestre (Barros et al., 2015), por tal motivo es necesario conocer si las unidades nacionales están presentando tales problemáticas, con el objeto de conocer dicha situación, se estudiará a modo de ejemplo el caso de estudio de la Reserva Nacional Malalcahuello con el fin de comprender si el aumento de los turistas está afectando a la reserva a través de la metodología de Capacidad de Carga Turística que se define como el número máximo de visitantes que pueden hacer uso de un espacio sin que se genere una

alteración inaceptable, esta será aplicada a los senderos de la unidad los que son responsables de permitir la interacción con los paisajes y lugares a los visitantes, siendo un servicio fundamental en el uso de las áreas silvestres protegidas. (Subsecretaría de Turismo, 2017a).

Es relevante el aporte de esta clase de estudios, ya que la mayor parte de la investigación sobre los mecanismos, la medición y la gestión de los impactos ambientales del turismo es todavía bastante baja en el mundo (Buckley, 2011), siendo aún más escaso en países latinoamericanos. (Barros et al., 2015).

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Turismo

Las actividades de ocio como el turismo son la razón principal por el cual se realizan los viajes en todas las regiones del mundo, dentro de las categorías de exportaciones a nivel mundial, se ubica en tercer lugar después de los productos químicos y los combustibles y, por delante de la automoción y de los productos agroalimentarios, además por séptimo año consecutivo, las exportaciones turísticas crecieron más de prisa que las exportaciones de mercancías, lo cual redujo el déficit comercial en muchos países. Por otro lado, el incremento de los ingresos del turismo hace que las economías emergentes como avanzadas se beneficien de ello (OMT, 2019), lo que ha llevado a que muchos gobiernos estén prestando mayor atención y promoción al turismo como una fuente potencial de crecimiento y empleo, además como un sector que agrega valor al capital cultural, natural y de otro tipo sin precio de mercado. (Brida et al., 2020).

Toda actividad turística conlleva a la utilización de recursos, siendo estos de tipo natural o cultural, como también su entorno. De hecho, durante los últimos años el turismo ha atravesado una serie de cambios desde el punto de vista de su gestión y organización basándose en principios de calidad, desarrollo integrado con el

entorno, atención personalizada y sostenibilidad, entre otros. Por otro lado, los usuarios se definen como viajeros más experimentados y con complejas motivaciones, que buscan en el entorno natural y la cultura local una experiencia turística significativa. (Gil et al., 2014). De igual manera Leung et al., (2019) señalan que el turismo, a diferencia de otras industrias como la extractiva, requiere solamente de hermosas áreas naturales, vida silvestre y naturaleza saludables, además de culturas auténticas.

La recreación basada en la naturaleza tiene el potencial en muchas partes del mundo de hacer una contribución creciente tanto a la conservación como al desarrollo sostenible (Balmford et al., 2009). Por otro lado, Assessment (2005) citado por Kim et al. (2019) menciona que el turismo de naturaleza es un servicio cultural definido como “los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas”. Por su parte, Fossgard y Fredman (2019), señalan que los interesados a esta clase de turismo tienen intereses en los atributos de la naturaleza, belleza escénica y al silencio, lo que destaca la importancia de analizar estos recursos clave e identificar su valor para la prestación de servicios, las experiencias de los visitantes y el desarrollo de productos.

Existe una visión positiva con respecto al papel que juega el turismo en las comunidades locales por parte de algunos expertos, ya que este ofrece una oportunidad para la revitalización cultural de las comunidades, como también beneficios económicos que contribuyen a aliviar la pobreza de éstas (de la Maza, 2016; Zeng & Zhong, 2020), ayudando así a mejorar la calidad de vida de las familias. (Liu et al., 2012).

Según Balmford et al. (2009) el turismo basado en la naturaleza es uno de los sectores que presenta un rápido crecimiento en comparación con otros sectores, lo que justifica que sea muy importante para fomentar la conservación. Si bien, el ingreso de turistas internacionales a Chile no es tan alto en comparación con otros países (Brida et al., 2020), dicho crecimiento también se ve reflejado en el país. En

los últimos años, los turistas buscan cada vez más experiencias temáticas o turismo de intereses especiales, como el ecoturismo y el turismo aventura (Subsecretaría de Turismo, 2017b), Cohen (1988), señala que la autenticidad es un valor moderno que lleva al turista a buscar lo prístino, lo natural, lo intocable por la modernidad (Citado en de la Maza, 2016). De hecho, el 51% de los turistas que vienen al país de vacaciones, tienen como motivación principal la naturaleza presente. Eso ha originado que Chile haya sido reconocido como Mejor Destino de Turismo Aventura del Mundo por los World Travel Award o más conocido como los Oscar del Turismo por dos años consecutivos 2016 y 2017. (Subsecretaría de Turismo, 2017b).

En la última década, la llegada de turistas internacionales que vienen de visita al país ha aumentado en 100%, en donde la venida total de turistas en el año 2014 fue de 3.674.391 (Subsecretaría de Turismo, 2015), en años posteriores como el 2016 este número aumentó, ingresando a Chile un total de 5.640.700 turistas extranjeros, en su gran mayoría provenientes de países de América del Sur, región que aporta con cerca del 80% del total de llegadas. De acuerdo con estimaciones realizadas por la División de Estudios de la Subsecretaría de Turismo, se espera que las visitas a los parques, reservas y monumentos sigan aumentando en la próxima década a un promedio anual entorno a un 5%, lo que equivale a un crecimiento acumulado aproximado de un 60%. Con lo anterior, al 2025, las visitas totales a parques llegarían a ser cerca de 4,3 millones (figura 1) (Subsecretaría de Turismo, 2017b), lo que conlleva a que más visitantes pueden aumentar las oportunidades de diversificar el desarrollo económico local con la instalación de hoteles, restaurantes, tiendas y además de brindar oportunidades de empleo ligadas al turismo y conservación. (Liu et al., 2012).

PROYECCIÓN AL 2025 DE VISITANTES A PARQUES

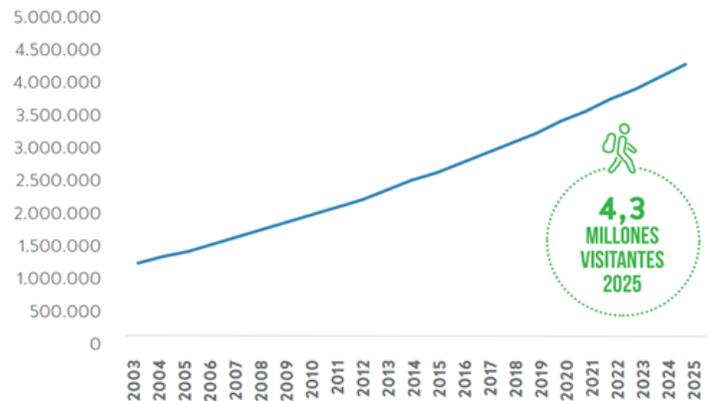


Figura 1: Proyección de visitantes al año 2025.

Fuente: Subsecretaría de Turismo (2017b).

2.2. Áreas Protegidas



La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define área protegida como “un espacio geográfico claramente definido, dedicado y gestionado por medios legales y otros medios eficaces para lograr la conservación a largo plazo de la naturaleza y de los valores culturales y los servicios de los ecosistemas asociados”, mientras que en Chile el Decreto Supremo N°40 (2013) lo define como “Porciones de territorio, delimitadas geográficamente y establecidas mediante un acto administrativo de autoridad competente, colocadas bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza o conservar el patrimonio ambiental” (Citado en Ministerio de Medio Ambiente, s.f.).

Las áreas protegidas son el espacio de representación de la diversidad de ecosistemas, especies, paisajes y culturas. En donde el patrimonio natural y cultural que protegen estas áreas representa un compromiso con la conservación de la biodiversidad y de la historia y, al mismo tiempo, contribuye al desarrollo de espacios donde cada vez más visitantes pueden descubrir, disfrutar, aprender y

conectarse con la naturaleza. (Subsecretaría de Turismo, 2015). Healy (1994) señala que las áreas naturales protegidas albergan recursos comunes de conservación que suministran múltiples beneficios, entre ellos la provisión de servicios ecosistémicos, extractivos (flora y fauna) y oportunidades para el turismo y recreación. (Citado en Pavón et al., 2017).

Las Áreas Protegidas en Chile, han sido histórica y crecientemente una motivación para los visitantes nacionales e internacionales que vienen a contemplar y admirar las bellezas naturales que resguardan las Áreas Protegidas. (Subsecretaría de Turismo, 2017b). Las modalidades de protección del patrimonio ambiental en el país son en total 32 (Ministerio del Medio Ambiente, 2011); pero solo 9 (tabla 1) cumplen con los criterios de la UICN (tabla 2) que tienen como objetivo la conservación de la biodiversidad, cuentan con planes de manejo y mecanismos institucionales para su planificación, designación y manejo. (Ministerio del Medio Ambiente, s.f.).

Tabla 1: Homologación de las áreas protegidas chilenas a las categorías de la UICN.

Área Protegida / Categoría UICN	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI	Principal objetivo de la categoría
Parque Marino	x							Proteger biodiversidad no perturbada, permitiendo visitas muy controladamente.
Reserva de Regiones Vírgenes*		x						Proteger la integridad ecológica de áreas naturales no perturbadas significativamente por actividades humanas, permitiendo visitas.
Parque Nacional			x					Para oportunidades espirituales, científicas, educativas, recreativas y de visita que sean ambiental y culturalmente compatibles.
Monumento Nacional				x				Proteger rasgos específicos, naturales, sobresalientes, la

								biodiversidad y los hábitats asociados a ellos.
Santuario de la Naturaleza				x	x			Mantener, conservar y restaurar especies y hábitats.
Reserva Forestal					x		x	Regularizar el comercio de maderas, garantizar la vida de especies arbóreas y conservar la belleza del paisaje.
Reserva Nacional					x		x	Áreas establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas naturales en las cuales se darán a la flora y la fauna toda protección que sea compatible con las multas para lo que son creadas estas reservas.
Reserva Marina					x		x	Proteger y mantener paisajes terrestres/marinos importantes y la conservación de la naturaleza y valores culturales asociados.
Áreas Marinas Costera de Múltiples Usos							x	Proteger los ecosistemas naturales y usar los recursos naturales de forma sostenible.

*En Chile no existe ninguna unidad establecida a través de esta figura de protección.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2011); Ministerio del Medio Ambiente (s.f.).

Tabla 2: Categorías de Gestión de Áreas Protegidas.

Categorías	Definición
La (Reserva natural estricta)	Establecida para proteger estrictamente la biodiversidad y también posiblemente otras características geológicas/geomorfológicas, donde la presencia humana, sus usos e impactos son controlados y limitados para asegurar la protección de los valores de conservación.

Ib (Área silvestre)	Usualmente corresponde a extensas áreas no modificadas o ligeramente modificadas, que conservan su carácter e influencia natural, sin presencia humana permanente o significativa, protegidas y gestionadas para preservar su condición natural.
II (Parque nacional)	Extensas áreas naturales o casi naturales que protegen procesos ecológicos a gran escala con especies y ecosistemas característicos y que también ofrecen oportunidades espirituales, científicas, educativas, recreativas y turísticas que son ambiental y culturalmente compatibles.
III (Monumento o característica natural)	Áreas reservadas para proteger un monumento natural específico que puede ser un accidente geográfico, una montaña submarina, una caverna submarina, una característica geológica como una caverna, o una característica viva como un manglar antiguo.
IV (Área de gestión de hábitats/especies)	Áreas para proteger especies o hábitats en los que la gestión refleja esta prioridad. Muchas de estas áreas requieren intervenciones activas habituales para abordar las necesidades de especies o hábitats; pero no es un requisito de la categoría.
V (Paisaje terrestre o marino protegido)	Áreas en donde la interacción de los seres humanos y la naturaleza ha producido con el tiempo una característica distintiva con valor significativo de orden ecológico, biológico, cultural y estético; y donde salvaguardar la integridad de esta interacción es vital para proteger y mantener el área y la conservación de la naturaleza y otros valores asociados.
VI (Áreas protegidas con uso sostenible de los recursos naturales)	Áreas que conservan ecosistemas junto con los valores culturales y los sistemas tradicionales de gestión de los recursos naturales asociados a ellos. Normalmente son extensas, con la mayor parte del área en condiciones naturales, en las que una parte cuenta con una gestión sostenible de los recursos naturales y donde uno de los objetivos principales del área es el uso no industrial y de bajo nivel de los recursos naturales, compatible con la conservación de la naturaleza.

Fuente: Leung et al. (2019).

Con relación a los beneficios potenciales del turismo en las áreas protegidas según Leung et al. (2019) estos se clasifican en ambientales, económicos y sociales. Para los beneficios ambientales una área protegida puede ofrecer educación pública en temas relacionados con la conservación, generar valor sobre los recursos naturales, además de apoyar la investigación y desarrollar buenas prácticas ambientales y de gestión, en el ámbito económico se aumentan los empleos e ingresos de los residentes, estimula la creación de nuevas empresas turísticas y diversifica la economía local, mejora las instalaciones locales, el transporte y comunicaciones como también brinda de apoyo financiero a través de tarifas a las áreas protegidas, finalmente en el tipo social, se mejoran los estándares de vida de los residentes, estimula el desarrollo y conservación de la cultura, mejora y contribuye a la salud mental de las personas. Por su parte, en Chile el turismo ligado a las áreas protegidas no solo ha contribuido al desarrollo sostenible dentro del área, sino que también de los sectores aledaños, ya sean comunidades indígenas o no indígenas, debido a que se incrementan y diversifican los ingresos y empleos mediante la oferta de actividades recreativas que contribuyen al desarrollo regional, existiendo políticas de estado como la “política para el desarrollo del ecoturismo en áreas silvestres protegidas del estado y su entorno” que contribuyen a este desarrollo. (Ministerio de Agricultura, 2004).

2.3. Impactos del Turismo

El turismo no solo genera impactos positivos como son los beneficios económicos, sociales y culturales, sino también impactos negativos sobre el medio ambiente y biodiversidad, lo que afecta a áreas protegidas con ecosistemas frágiles (Maldonado & Custodio, 2020; Tolvanen & Kangas, 2016). La preocupación por los impactos negativos de esta actividad sobre el medio ambiente natural y la sociedad comienza a percibirse a mediados del siglo pasado; pero es a partir de la década de los noventa, cuando se introducen cuestiones ligadas a la capacidad de carga y

la necesidad de imponer límites al desarrollo turístico en un determinado territorio. (del Valle, 2017).

El objetivo principal de la protección de la naturaleza es, generalmente, la salvaguardia de especies y hábitats valiosos; pero el fuerte aumento del número de turistas plantea el riesgo que se degraden los valores de la biodiversidad en los que se basa la protección (Tolvanen & Kangas, 2016). Por otro lado, los problemas ecológicos son causados principalmente por una explotación irrazonable de los recursos, incluido, entre otros, el desarrollo turístico irrazonable en los territorios (Zeng & Zhong, 2020). Si bien, las actividades del turismo al aire libre son de menor escala que otras actividades turísticas, estas se concentran en áreas donde existen riesgos inmediatos para las especies y ecosistemas amenazados. (Buckle, 2011).

El impacto negativo originado por el turismo en los parques nacionales es un problema a escala mundial. El turismo genera contaminación atmosférica y acústica, degradación estética, generación de residuos (Vujko et al., 2017), por otra parte, los impactos también incluyen daños a los senderos existentes, erosión del suelo, compactación y nutrificación, cambios en la hidrología, ensanchamiento del sendero, exposición de raíces, rocas y lecho rocoso, además puede haber daños a las plantas, incluida la reducción de la altura de la vegetación y la biomasa, cambios en la composición de especies, creación de senderos informales y propagación de malezas y patógenos vegetales (Pickering et al., 2010). Como resultado de dichos impactos, la calidad de los atractivos turísticos naturales podría verse afectada negativamente por estos problemas ecológicos y tal deterioro es perjudicial para el desarrollo sostenible del turismo basado en la naturaleza (Zeng & Zhong, 2020). De igual manera en zonas que presentan comunidades indígenas, se ve que puede generar un cambio en la forma de vida de estas comunidades. (de la Maza, 2016).

El turista no solo contamina y depreda, en mayor o menor grado, también el crecimiento de la movilidad asociada al turismo es alarmante porque el sitio se degrada, la actividad se destruye y el turista no regresa (del Valle, 2017), en consecuencia, los hábitats que son gravemente degradados pueden necesitar un período de tiempo considerable para recuperarse. (Tolvanen & Kangas, 2016).

Retomando algunos impactos de manera particular Williams (2010) menciona que el turismo también puede provocar nuevas invasiones biológicas (Citado en Tolvanen & Kangas, 2016), debido a un impacto indirecto importante de las caminatas que tienen efectos acumulativos es la propagación de malezas, esto hace que los senderos actúen como corredores para la dispersión de especies exóticas en áreas relativamente prístinas debido al entorno alterado en el sendero y el borde del sendero. (Pickerin et al., 2010). De hecho, Mount & Pickering (2009), demostraron que las prendas como los calcetines, pantalones, cordones y los zapatos recolectaban accidentalmente grandes cantidades de semillas, especialmente cuando los excursionistas caminaban por los bordes de las carreteras y senderos, lo que demuestra el potencial que posee la ropa de los excursionistas para actuar como vectores de semillas, asimismo existen estudios como el de Ware et al. (2012) que se enfocó en el calzado de los visitantes que llegaban por vía aérea a Svalbard encontrando que en promedio transportaban 3.9 semillas por persona en el calzado.

También, cabe mencionar el impacto negativo sobre los animales debido a la presencia y comportamiento de los turistas, que ha sido evidenciado por varios estudios, siendo estos, problemas de salud, reproducción y viabilidad de la población (Marechal et al., 2011). Los animales actúan frente a estímulos de amenaza como son los ruidos fuertes y objetos que se acercan rápidamente, la amenaza de un ser humano que se acerca debería ser análoga al riesgo de ser depredado, lo que conlleva a que los animales experimenten cambios conductuales que pueden originar problemas de conservación, ya que su adecuación biológica se vería afectada al disminuir el tiempo invertido en alimentación que es esencial para la sobrevivencia de las especies, además de aumentar la vigilancia y por ende el estrés en ellos. (Frid & Dill, 2002).

Con relación a Chile, los impactos negativos también son percibidos, como es el caso de la Reserva de la Biosfera Torres del Paine. En un estudio en donde se analizaron heces de zorros a nivel de género *Lycalopex* sp, en lugares de alta concurrencia de turistas se encontró la presencia de desechos de origen antrópico

como plásticos en sus diferentes tipos (trozos de plástico, cordel, plumavit, cuero sintético, envoltorio de dulces), vidrio y desechos orgánicos como ajo, pasas, maní, porotos, choclos y cochayuyo, por otro lado, cabe destacar que el plástico fue el que se encontró en una mayor concentración en comparación con los demás desechos, siendo uno de los más peligrosos por sus efectos letales para el individuo que lo consume. (Carrasco & Rodríguez, 2019). Otro punto son los incendios forestales causados por turistas negligentes que han utilizado fuego en lugares no autorizados. En Torres del Paine se registran tres eventos de gran envergadura en los años 1985, 2005 y 2011, siendo estos responsables de incendiar 46.000 ha, que representa el 98% del total de la superficie incendiada en la zona, lo que ha afectado no solo a ecosistemas forestales, sino que también a muchos otros ecosistemas como matorrales pre-Andinos y estepa Patagónica, cambiando así de manera significativa los atributos estéticos, estructurales, composicionales y funcionales de los bosques en Torres del Paine, en resumen el turismo masivo en Torres del Paine y sus negativos y prolongados efectos en la biodiversidad, como se ha demostrado, han puesto en evidencia la fragilidad de los ecosistemas australes a perturbaciones catastróficas y recurrentes como son los incendios antrópicos. (Vidal, 2012).

Debido a lo anteriormente mencionado como señala Maldonado y Custodio (2020) es necesario llegar a un acuerdo sobre el turismo y el uso de la naturaleza, desarrollando y gestionando patrones de visitación que no afecten los recursos y eviten impactos negativos en los ecosistemas por sobrecarga turística.

2.4. Metodologías para evaluar impactos

La alta presión turística en un entorno natural sensible crea una necesidad específica de evaluar los impactos del turismo para gestionar esta actividad a un nivel sostenible. (Tolvanen & Kangas, 2016). Flores y Parra (2010) citado por Maldonado y Custodio (2020) mencionan que el turismo mal planificado provoca graves impactos negativos en el entorno natural y social, por ello la planificación debe basarse en el paradigma del turismo sostenible, de modo que el turismo pueda

contribuir a lo económico y social, además del desarrollo ecológico de las áreas protegidas que son destinos turísticos.

A continuación, se describieran mecanismos de manejo del impacto para garantizar la compatibilidad de actividades como conservación del área, actividades turísticas, entre otras, en donde estas metodologías buscan establecer el límite de visitantes para que el paisaje natural no se vea dañado por causa de su utilización. (Castillo, Martínez & Torres, 2016).

Uno de estos mecanismos es la Capacidad de Carga Turística (CCT) en donde Mathieson & Wall (1986) y Echamendi & Lorente (2001) la explican como el número máximo de visitantes que pueden hacer uso de un espacio sin provocar una alteración inaceptable para el medio físico como tampoco una disminución en la calidad de la experiencia turística (Citado en Gil et al., 2014), siendo en términos estadísticos el número de visitantes que pueden darse en un lugar ya sea a cualquier hora punta o durante un año sin que resulte en una pérdida de atracción o en daños para el medio ambiente (Segrado et al, 2014), la CCT varía de un sitio a otro, así como en relación con las estaciones y a lo largo del tiempo, dependiendo de factores tales como comportamiento del usuario, diseño de las instalaciones turísticas, modalidades y niveles de manejo y el carácter dinámico del medio ambiente. (Báez & Acuña, 2003). Por su parte Lindberg et al. (1997) citado en Segrado et al. (2014) argumentan que la capacidad de carga es un concepto inválido debido a las dificultades que presenta la medición simultáneamente de dimensiones ecológicas, económicas y sociales, que deben ser obtenidas con variables objetivas. En la literatura especializada Segrado et al. (2014) señalan que existen tres tendencias principales para la determinación de la CCT que son el Coeficiente de rotación, indicadores económicos, ecológicos o sociales y el método de Cifuentes, recomendado por la Organización Mundial del Turismo. (1999). Por su lado Cifuentes (1992), publica una metodología que aglutina las experiencias de muchos años e intentos de aplicar un procedimiento que sea de comprensión, sencillo y útil con el fin de determinar la capacidad de carga de visitas a lugares turísticos, que reconoce la carencia de personal capacitado y de manejo, la escasa

cantidad de información y las dificultades que enfrentan las áreas protegidas en los países en vías de desarrollo. La metodología consta de tres etapas: 1) Capacidad de carga física (CCF), 2) Capacidad de carga real (CCR) y 3) Capacidad de carga efectiva (CCE). Para la primera fase se determina el espacio físico para las personas, en la segunda fase se determinan las restricciones ecológicas, sociales y otras, mientras en la tercera fase se determinan las restricciones administrativas del área protegida y la cantidad máxima permisible de personas por día para cada sitio turístico. Lo esencial de este método es que determina cuanta presión humana puede recibir un ecosistema y que ajuste se pueden realizar para atenuar dicha presión, por otro lado, este tiene un enfoque unidimensional, al excluir el sistema social y económico, por lo que se recomienda complementarlo con otros métodos. (Segrado et al., 2014). Se tiene evidencia de la aplicación de la metodología en varios trabajos como Cifuentes et al. (1999) en el Monumento Nacional de Guayabo, Gil et al. (2014) en el Parque Provincial Ernesto Tornquist e Ibañez (2016), en Baja California, sirviendo así, como guía con el fin de aportar a los planes de manejo para lograr una mejor administración del área protegida, en donde los números de visitantes en los senderos varió de una zona a otra debido a sus características particulares.

Otra metodología es la de Límites de Cambio Aceptable (LCA), propuesta dentro del Servicio Forestal de los Estados Unidos por el investigador George H. Stankey y otros en el año 1985, la cual busca contrarrestar las debilidades del cálculo de Capacidad de Carga Turística, adicionando factores desde una perspectiva más inclusiva y menos calculista del manejo ecoturístico (Gómez et al., 2016). Esta se concentra en establecer límites medibles a los cambios generados por el hombre sobre las condiciones biofísicas y sociales del área y en definir estrategias apropiadas de manejo para mantener y/o restaurar tales condiciones, su aplicación se basa en juicios y criterios prácticos en donde se hace énfasis a las condiciones deseables, pudiendo involucrar a una variedad de actores como comunidades locales, operadores turísticos y ONGs, además de personal administrativo del área protegida en cuestión. (Báez & Acuña, 2003). Siendo la base de LCA según Ahn et al. (2002) la identificación de la situación ideal deseada por los usuarios quienes

determinan un nivel social de cambio del espacio o recurso natural (Citado en Segrado et al., 2014), por medio de un proceso que consta de nueve etapas que son la 1) identificación de problemas y temas de interés del área, 2) definir y descubrir las clases de oportunidades, 3) seleccionar indicadores de recursos y condiciones sociales, 4) inventariar recursos y condiciones sociales existentes, 5) especificar los patrones para los indicadores sociales y de recursos para cada clase de oportunidad, 6) identificar asignaciones alternativas de clases de oportunidad que reflejen los problemas, temas de interés, las condiciones sociales y de recursos existentes, 7) identificar acciones de manejo para cada alternativa, 8) evaluar y seleccionar una alternativa preferida e 9) implementar acciones y monitorear condiciones (Báez & cuña, 2003). La desventaja como kates (2001) y Meadows et al. (2004) señalan es que al ser elaborado por un grupo de actores sociales que solo enfatizan aspectos sociales se ignora la causa fundamental que es la conservación de los sitios naturales, debido a que no se considera el concepto de límites de los recursos naturales o ecosistemas. (Citado en Segrado et al., 2014).

Existen trabajos como el de Pavón et al. (2017), en donde se combinan ambas metodologías, debido a que la Capacidad de Carga turística enfatiza aspectos ecológicos y los Límites de Cambio Aceptable prioriza la participación social que permite recolectar información de observaciones detalladas por medio de los usuarios, por lo cual es conveniente integrarlos, en la tabla 3 se detallan las características particulares de ambos métodos. Por otro lado, Segrado et al. (2014) mencionan que es necesario vincularlos para un aprovechamiento sustentable, ya que la mejor conservación y medición posible requiere vincular aspectos naturales y sociales, cuantitativos y cualitativos, en cualquier sistema de recursos ecológicos, para actividades presentes o futuras.

Tabla 3: Características del método CCT y LCA.

Parámetros/Método	CCT	LCA
Medidas	Personas	Cambios
Modificación	Temporadas del año	Impactos en el entorno
Fundamento	Ecológico	Social
Percepción	Con límites	Sin límites
Monitoreo	Focal (Personas)	Amplio (natural y social)
Técnicas	Directas	Indirectas
Filosofía	Conservación	Aprovechamiento
Principio	Precaución	adaptación
Enfoque económico	Oferta	Demanda
Verificación	Simple	Experta
Áreas de Aplicación	Degradadas y no degradadas	No degradadas
Aprovechamiento Social	No admite aumento de usuarios, concesiones o permisionarios	Admite aumento de usuarios, concesiones o permisionarios
Intervención Humana	No promueve para recuperar el equilibrio ecológico	Promueve para recuperar el equilibrio ecológico
Objetivo	Evitar impactos irreversibles	Evitar impactos inaceptables

Fuente: Segrado et al., 2014.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuál es la capacidad de carga de los senderos presentes en la Reserva Nacional Malalcahuello?
2. ¿La capacidad de carga ha sido sobrepasada por el potencial aumento de visitantes en la última década?

4. OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar la Capacidad de Carga Turística de los senderos presentes en la Reserva Nacional Malalcahuello en relación al número de visitantes durante los últimos 10 años.



Objetivos específicos

- Analizar la tendencia del número de visitas durante la última década en la Reserva Nacional Malalcahuello.
- Determinar la Capacidad de Carga de los senderos a estudiar.
- Desarrollar medidas que permitan mitigar el impacto causado por los visitantes en los senderos.

5. METODOLOGÍA

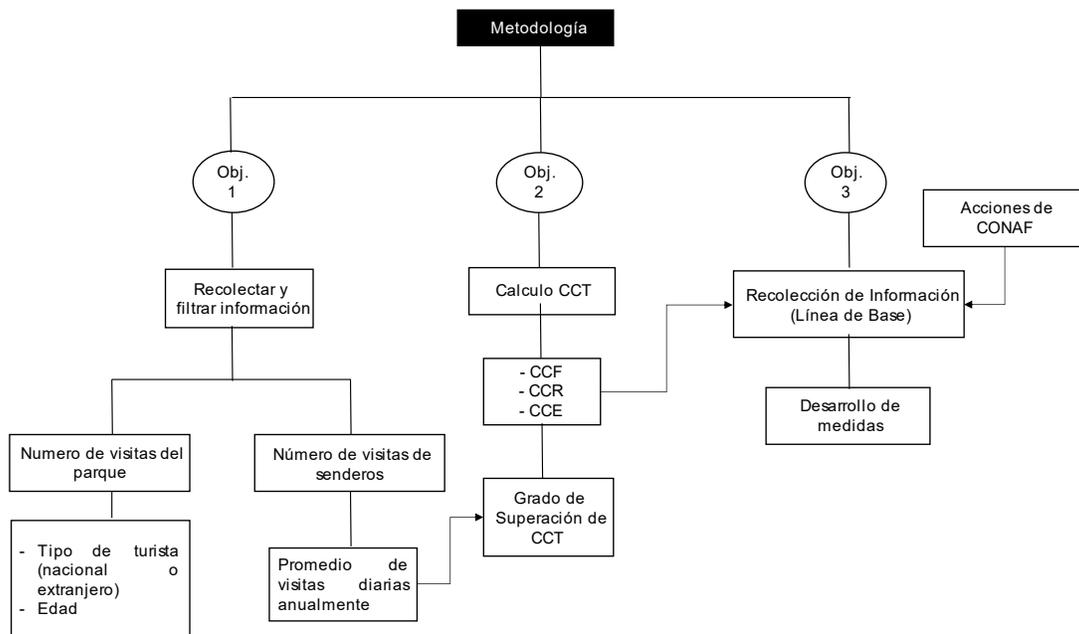


Figura 2: Resumen metodología.

Fuente: Elaboración propia.

El resumen de los pasos a seguir durante toda la metodología, se ejemplifican de manera simplificada en la figura 2, los cuales serán descritos de manera detallada más adelante.

5.1. Área de estudio

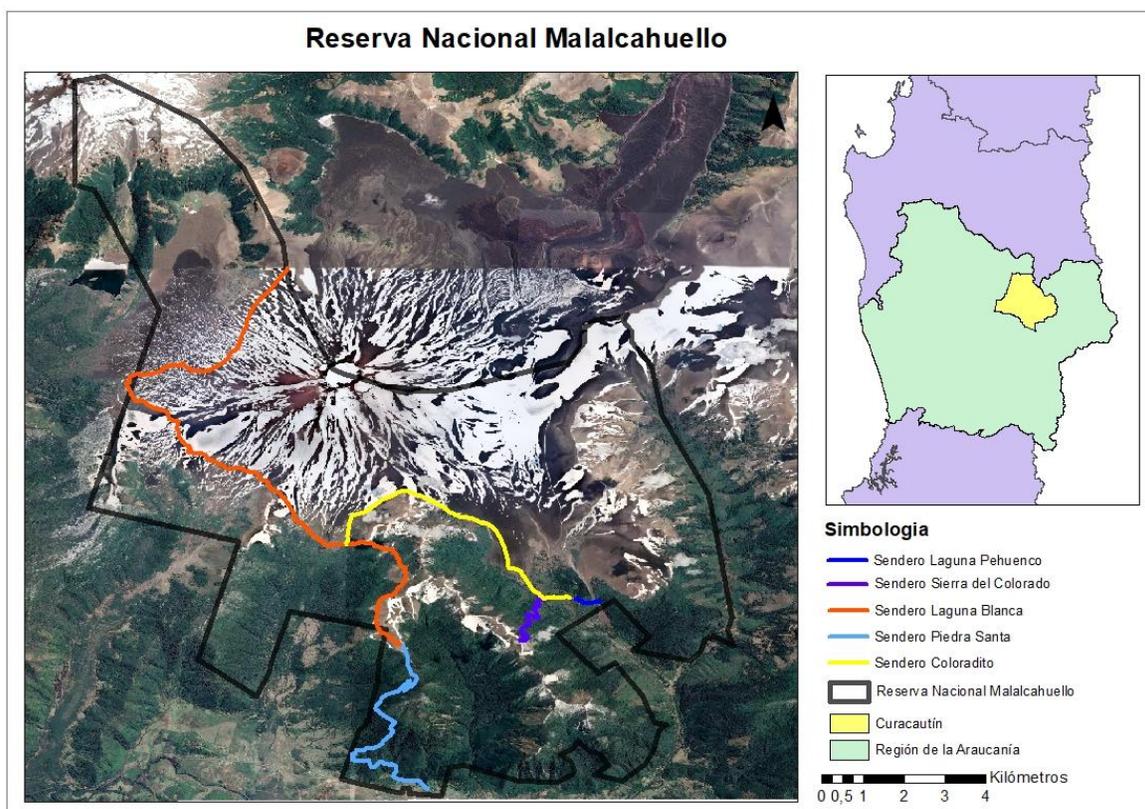


Figura 3: Mapa Reserva Nacional Malalcahuello.

Fuente: Elaboración propia.

La Reserva Nacional se encuentra ubicada en la Región de la Araucanía, Provincia de Malleco, en la Comuna de Curacautín y Lonquimay, siendo creada en el año 1931 por el D.S. N° 1.670. Dentro de esta unidad nace el río Curacautín y se encuentra el Volcán Lonquimay quien confiere un gran valor de tipo turístico y recreacional. (CONAF, 1996).

La vegetación que posee corresponde a bosques Caducifolio Alto – Andino con Araucaria, en donde se puede diferenciar 2 tipos de asociaciones siendo estas la asociación Araucaria-Lenga y la compuesta por Coigue, Roble y Raulí, esta vegetación alberga una rica fauna entre las que se encuentran el Puma, Zorro Chilla, Zorro Culpeo, Pudú, Guiña, Sapito de Darwin, Choroy, Cóndor, Carpintero Negro y

Lechuza, existiendo especies con problemas de conservación. (CONAF, 1996; SERNATUR, 2019).

Por otro lado, la Reserva Nacional Malalcahuello forma parte de la Reserva de la Biosfera Araucarias ubicada en la Región de la Araucanía que ocupa los sectores preandino y andino en una gran superficie de casi 11.500 km², equivalente a un poco más de un tercio de la superficie regional. (Gedda, 2014). Fue creada en el año 1993, la cual contaba con una superficie total de 97.937 hectáreas y estaba originalmente formada solamente por el Parque Nacional Conguillío y la Reserva Nacional Alto Biobío (Martinez et al., 2013), posteriormente fue ampliada por la UNESCO en el año 2011, por lo cual ahora está conformada por diez áreas protegidas, que al poseer la condición de Reserva de la Biosfera podría ser un “plus” diferenciador y un recurso valioso para el desarrollo de una oferta de productos y experiencias con identidad territorial. (Gedda, 2014). Adicionalmente, la unidad forma parte del Geoparque Mundial de la UNESCO Kütralkura, que cubre un área de 8.053 km² y está conformada por el volcán Llaima, Lonquimay, Tolhuaca y Nevados de Sollipulli. (UNESCO, s.f.).

Dentro de los principales atractivos que se encuentran en el interior de la reserva está el volcán Lonquimay, Cráter Navidad, Centro de Montaña Corralco y Valle del Lolco (SERNATUR, s.f.), donde se pueden realizar una serie de actividades como trekking, birdwatching, fotografía, geoturismo, deportes de montaña, entre otros. (Municipalidad de Curacautín, s.f.), es por ello que esta unidad presenta una alta visitación, en donde el año 2019 ocupó el cuarto lugar de las ASPE más visitadas de Chile con un total de 160.949 visitantes (figura 4), luego de P.N. Vicente Pérez Rosales, R.N. Los Flamencos y P.N. Torres del Paine. (Subsecretaría de Turismo, 2020).

UNIDADASPE	P.N. VICENTE PEREZ ROSALES 	R.N. LOS FLAMENCOS	P.N. TORRES DEL PAINE	R.N. MALALCAHUELLO	M.N. CUEVA DEL MILODON
TOTAL VISITANTES	638.468	565.766	304.947	160.949	145.602
PARTICIPACIÓN PORCENTUAL	18,1%	16,1%	8,7%	4,6%	4,1%

Figura 4: ASPE más visitadas de Chile año 2019.

Fuente: Subsecretaría de Turismo (2020).

5.2. Analizar la tendencia del número de visitas durante la última década en la Reserva Nacional Malalcahuello. (obj. 1).

Con respecto a la obtención de los datos en relación con el número de visitas que ingresan al interior de la reserva se trabajará con la base de datos de la página web perteneciente a CONAF. Con lo que se utilizara el Software Excel, para trabajar con los datos de manera anual y caracterizar dicha información según el tipo de turista (nacional o extranjero) y categoría de edad, en torno al periodo de una década, es decir 2010-2019, con el fin de establecer en qué proporción han aumentado las visitas de un año en comparación al anterior.

Por otro lado, se solicitará a CONAF información relacionada con el registro de visitas diarias de los senderos de la última década del Reserva Nacional Malalcahuello, con lo cual se calculará en promedio de visitas diarias correspondiente a cada año según la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{visitantes}}{\text{día}} = \frac{\text{Total de visitantes}}{\text{Días de apertura}}$$

5.3. Determinar la Capacidad de Carga de los senderos a estudiar (obj. 2).

Se procederá a calcular la Capacidad de Carga Turística de los senderos utilizando la metodología de Cifuentes (1992) y Cifuentes et al. (1999), la cual establece el

número máximo de visitas que puede recibir un área. El proceso consta de tres niveles:

- Cálculo de Capacidad de Carga Física (CCF)
- Cálculo de Capacidad de Carga Real (CCR)
- Cálculo de Capacidad de Carga Efectiva (CCE)

Luego con los valores de CCE obtenido de los senderos se comparará con la información del registro de número de visitantes de los senderos proporcionada por CONAF de la última década, con el fin de establecer en si la CCE ha sido sobrepasado.

5.3.1. Cálculo de Capacidad de Carga Física (CCF)

Es el límite máximo de visitas que se pueden hacer al sitio durante un día. Está dada por la relación entre factores de visita (horario y tiempo de visita), el espacio disponible y la necesidad de espacio por visitante. Para el cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$CCF = \frac{S}{sp} * NV$$

S = Longitud del sendero (m).

sp = Superficie ocupada por turista (m).

NV = Número de veces que el sitio puede ser visitado por la misma persona por día.

$$NV = \frac{Hv}{tv}$$

Hv = Horario de visita (horas/día).

tv = Tiempo necesario para visitar el sendero (horas/visita).

Para la estimación de los valores de S se utilizará las herramientas que proporciona el programa ArcGIS sobre una capa kml de la reserva que fue facilitada por la administración de CONAF.

5.3.2. Cálculo de Capacidad de Carga Real (CCR)

Es el límite máximo de visitantes, luego de someter la CCF a una serie de factores de corrección en función de factores particulares para cada sitio, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$CCR = CCF * (FCero * FCacc * FCprep * FCsol * FCtem * FCane)$$

Para estudios posteriores se pudiese involucrar un factor volcánico que incluya aquellas zonas que se encuentran en áreas de peligro volcánico.

5.3.2.1. Erodabilidad (FCero)

Se considera la pendiente y textura del suelo, así como su susceptibilidad y riesgo de erosión. Para estimación de esta variable se utilizará un modelo de elevación digital de 12,5 m con el objetivo de estimar la pendiente presente en cada uno de los senderos, siendo clasificada según la tabla 4.

Tabla 4: Grado de erodabilidad según porcentaje de pendiente.

Grado de erodabilidad	Pendiente
Bajo	≤10%
Medio	10% - 20%
Alto	>20 %

Fuente: Cifuentes et al. (1999).

Para el cálculo del factor de Erodabilidad se utilizará la siguiente fórmula:

$$FCero = 1 - \frac{(mea * 1,5) + (men * 1)}{mt}$$

Donde:

mea = metros de sendero con erodabilidad alta

men = metros de sendero con erodabilidad media

mt = metros totales de sendero

5.3.2.2. Accesibilidad (FCacc)

Mide el grado de dificultad para desplazarse por el sendero. Para poder estimar el nivel de dificultad en el cual están expuestos los visitantes a lo largo del sendero se tomará en consideración la pendiente, según la tabla 5.

Tabla 5: Grado de dificultad según porcentaje de pendiente.

Dificultad	Pendiente
Ningún grado de dificultad	≤10%
Media Dificultad	10% - 20%
Alta dificultad	>20 %

Fuente: Cifuentes et al. (1999).

Por lo que se considerara la siguiente fórmula:

$$FCacc = 1 - \frac{(ma * 1,5) + (mm * 1)}{mt}$$

Donde:

ma = metros de sendero con dificultad alta

mm = metros de sendero con dificultad media

mt = metros totales de sendero

5.3.2.3. Precipitación (FCpre)

Factor que impide la visitación en forma regular del sitio, por cuestiones de seguridad a causa de las precipitaciones, para la estimación de los días con precipitación se realizara un climograma en torno a un periodo de 10 años (2010 - 2019) con el propósito de conocer los meses en donde existe una mayor acumulación de lluvia y que refleje la influencia del cambio climático. Por lo cual se considerará la siguiente fórmula:

$$FCpre = 1 - \frac{DI}{A}$$

Donde:

DI = Días con precipitaciones

A = Días del Año

5.3.2.4. Brillo solar (FCsol)

Factor que considera las horas del día donde el brillo solar es tan intenso, que impide la realización de actividades. Para la estimación de las áreas del sendero sin cobertura vegetal se utilizará una capa actualizada de cobertura de suelo de la Región de la Araucanía extraída de SIT CONAF correspondiente al año 2014 la cual será trabajada por medio del programa ArcGIS. Posteriormente, se realizarán los cálculos mediante la siguiente fórmula:

$$FCsol = 1 - \frac{hsl}{ht} * \frac{ms}{mt}$$

hsl = horas de sol limitantes

ht = horas al año que la reserva está abierto

ms = metros de sendero sin cobertura

mt = metros totales del sendero



5.3.2.5. Cierres Temporales (FCtem)

Factor que toma en cuenta las temporadas durante la cual, no se permite la entrada de visitantes. Para la estimación de este factor se utilizará la siguiente fórmula:

$$FCtem = 1 - \frac{hc}{ht}$$

hc = Horas al año que la reserva está cerrada

ht = Horas totales al año

5.3.2.6. Anegamiento (FCane)

Se refiere a la presencia de exceso de agua en el suelo. Para la estimación de zonas con problemas de anegamiento se utilizará el Índice de Humedad Topográfica (TWI)

que está relacionado con la humedad edáfica y refleja la tendencia del suelo a la generación de escorrentías por lo que entre más elevado es el valor de este índice, mayor humedad debe presentar la celda en función de su configuración topográfica, la cual es extraída de un modelo de elevación digital (MED) (Roa y Kamp, 2012), por este motivo se trabajara con el programa ArcGIS. Finalmente, se utilizará la siguiente fórmula:

$$FCane = 1 - \frac{ma}{mt}$$

ma = Metros del sendero con problemas de anegamiento

mt = Metros totales del sendero

5.3.3. Cálculo de Capacidad de Carga Efectiva (CCE)

Es el límite máximo de visitas que se pueden admitir considerando las capacidades de manejo presentes en el área. En donde la capacidad de manejo (CM) permite conocer el estado o condición actual y óptima de la administración de un área protegida para desarrollar sus actividades y lograr los objetivos buscados, por lo que para su cálculo se consideraran las variables como personal, infraestructura y equipamiento, que deben ser calificados según la tabla 6.

Tabla 6: Criterios de evaluación de Capacidad de Manejo.

%	Valor	Calificación
<=35	0	Insatisfactorio
36-50	1	Poco satisfecho
51-75	2	Medianamente satisfecho
76-89	3	Satisfactorio
>=90	4	Muy satisfactorio

Fuente: Da Faria (1993).

En donde cada una de las variables será evaluada en base a 4 criterios que son cantidad, estado, localización y funcionalidad; pero para la variable personal solo se considerara el criterio cantidad. A continuación, se dará una descripción breve del significado de cada uno de los criterios:

Cantidad: Es la relación en porcentaje entre la cantidad existente y óptima.

Estado: Se refiere a las condiciones de conservación y uso de cada componente, como el mantenimiento, limpieza y seguridad.

Localización: Se establece como la ubicación y distribución espacial apropiada de los componentes en el área, así como la facilidad de acceso a los mismos.

Funcionalidad: Se entiende como la utilidad práctica que un determinado componente tiene tanto para el personal como para los visitantes, siendo este el resultado de la combinación de los criterios de estado y localización.

Cada uno de los componentes que forman parte de las variables infraestructura, equipamiento y personal que contiene la reserva serán obtenidos desde el plan de manejo, otros trabajos o directamente mediante consulta a la unidad y será evaluado por el personal a modo de autoevaluación de la gestión de la reserva. Posteriormente, se deberá calcular la CM mediante la siguiente fórmula:


$$CM = \frac{Inf + Eq + Pers}{3}$$

Inf = Infraestructura

Eq = Equipamiento

Pers = Personal

Finalmente, una vez estimada la CM, se procederá a calcular la CCE mediante la siguiente fórmula:

$$CCE = CCR * CM$$

CCR = Capacidad de Carga Real

CM = Capacidad de Manejo

5.4. Desarrollar medidas que permitan mitigar el impacto causado por los visitantes en los senderos. (obj. 3).

De acuerdo con los antecedentes que se obtendrán en la tapa anterior, como también aquella información que se puede obtener de CONAF a través de una revisión exhaustiva del plan de manejo con relación a las medidas que se realizan respecto a la gestión de los senderos al interior del parque y si éstas realmente se efectúan, identificando así las brechas existentes, servirá como base inicial para la elaboración de medidas posteriores para mitigar los impactos originados por los turistas en los senderos, la cual se fundamentará con información bibliográfica que demuestre resultados de acciones realizadas en otros parques en Chile u otros países y que han sido afectivas para la reducción de los impactos generados por los visitantes.



6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Visitación Reserva Nacional Malalcahuello

6.1.1. Visitación General periodo 2007 – 2019

A continuación, se reflejarán los resultados en torno al aumento de la visitación en la tabla 7 y graficada en la figura 5, si bien se propuso una escala de tiempo de 10 años (2010 - 2019), también se consideraron los años del 2007, 2008 y 2009 debido a que por aquella época comenzó la construcción e inauguración del Centro de Montaña Corralco con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) aprobada el año 2006.

Tabla 7: Visitación Reserva Nacional Malalcahuello periodo 2007 - 2019.

Año	Total	Porcentaje (%)
2007	9539	0,0
2008	18136	90,1
2009	22651	24,9
2010	24796	9,5
2011	29447	18,8
2012	55641	89,0
2013	84539	51,9
2014	84924	0,5
2015	103425	21,8
2016	108618	5,0
2017	112166	3,3
2018	147288	31,3
2019	160949	9,3

Fuente: Elaboración Propia en base a CONAF (s.f.).

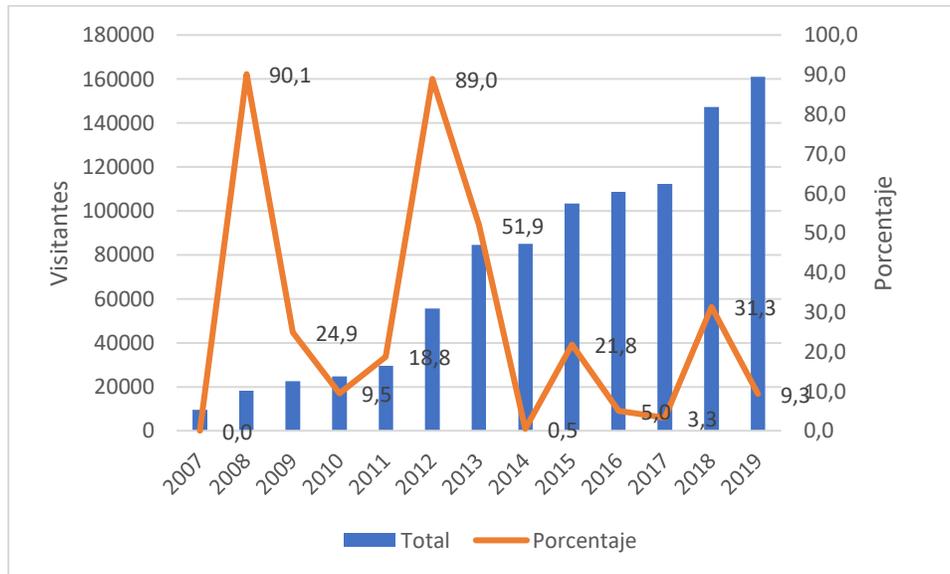


Figura 5: Visitación Reserva Nacional Malalcahuello periodo 2007 - 2019.

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (s.f.).

En vista de los resultados presentes en la tabla 7 y figura 5, es posible observar un aumento de los visitantes que ingresan a la unidad cada año, de hecho, en los dos primeros años 2007 – 2008 este presenta un fuerte incremento debido a la presencia del Centro de Montaña Corralco que consta de una serie de instalaciones como el hotel, cancha de sky, sky base que cuenta con cafetería, escuela de sky, enfermería, tiendas, taller y arriendo de equipos, terraza, entre otros (Sociedad de Desarrollos de Montaña S.A., 2013), lo cual motiva a las personas a recurrir a este lugar a causa de los servicios e instalaciones que se entrega, como se constata en Chung et al. (2018) las instalaciones turísticas pueden aumentar el ingreso de turistas, además de que la industria del esquí se considera como una actividad turística que atrae a masas. (Buckley, 2011). Por otro lado, en los años posteriores el aumento del porcentaje de visitas de un año con respecto al otro va oscilando, aunque la tendencia siempre está en alza, si se analiza de otra manera para apreciar el cambio de forma significativa comparando así los años 2007 (9.539 visitantes) a 2019 (160.949 visitantes) según la tabla 8 el incremento es de un 1587,3%.

Tabla 8: Comparación visitación año 2007 y 2019.

Año	Total	Porcentaje (%)
2007	9539	-
2019	160949	1587,3

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (s.f.).

6.1.2. Tipo de Turista (Nacional o Extranjero)

Al realizar un análisis detallado en relación con el tipo de turista que ingresa a la unidad en la tabla 9 se aprecia que en su mayoría son de origen nacional en el periodo de los años 2007 y 2019, representando un porcentaje entre 94,8% y 97,7% mientras los turistas de origen extranjero no superan el 5,2%, aunque si se aprecia solamente el número de visitantes como se puede visualizar también en la figura 6 los viajeros de origen extranjero al pasar de los años han ido aumentando en donde para año 2007 habían ingresado 493 y más adelante, año 2019 estos ingresos bordeaban las 5.696 personas.

Tabla 9: Visitación según tipo de turista (nacional o extranjero) periodo 2007-2019.

Año	Chilenos	Extranjeros	Total	% Nacional	% Extranjeros
2007	9046	493	9539	94,8	5,2
2008	17545	591	18136	96,7	3,3
2009	22028	623	22651	97,2	2,8
2010	23836	960	24796	96,1	3,9
2011	28111	1336	29447	95,5	4,5
2012	54124	1517	55641	97,3	2,7
2013	82576	1963	84539	97,7	2,3
2014	82164	2760	84924	96,8	3,2
2015	98628	4797	103425	95,4	4,6
2016	104237	4381	108618	96,0	4,0
2017	107130	5036	112166	95,5	4,5
2018	142111	5177	147288	96,5	3,5
2019	155253	5696	160949	96,5	3,5

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (s.f.).

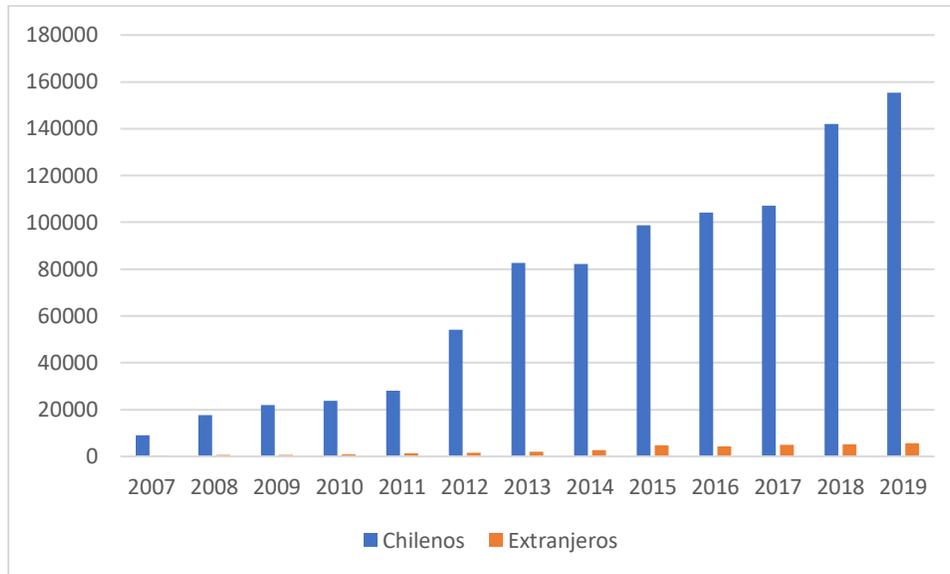


Figura 6: Visitación según tipo de turista (nacional o extranjero) periodo 2007 - 2019.

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (s.f.).



6.1.3. Edad de los visitantes

Referente a la edad de los turistas que ingresan a la reserva (tabla 10) esta se diferencia en menores (menor de 18 años), adultos (entre 18 a 59 años) y adultos mayores (60 años o más), de este modo se aprecia que los menores en el periodo de los años 2007 y 2019 componen el 22,483% al 34,290% del universo de entradas que recibió la unidad, mientras que los adultos presentaron un 65,657% a 75,480% que significa un alto porcentaje de participación, por otro lado, los adultos mayores mostraron una mínima intervención con un 0,005% a 2,037%. Al revisar el número de visitas de un año con respecto al otro en donde en la figura 7 se puede apreciar claramente, existe un aumento del número de menores que ingresaron a la unidad, igualmente los adultos presentaron un incremento, aunque de forma notoria, por el contrario, los ingresos de adultos mayores fluctuaron durante todos los años, existiendo una anomalía en el 2019 con un total de 3279 adultos mayores, mientras que el año anterior 2018 no superaban las 15 personas.

Tabla 10: Visitación según edad de los turistas periodo 2007 – 2019.

Año	Menores	Adultos	A. Mayores	Total	% Menores	% Adultos	% Adultos mayores
2007	2.698	6.835	6	9.539	28,284	71,653	0,063
2008	5.861	12.261	14	18.136	32,317	67,606	0,077
2009	7767	14872	12	22.651	34,290	65,657	0,053
2010	6872	17828	96	24796	27,714	71,899	0,387
2011	8106	21288	53	29447	27,527	72,293	0,180
2012	14912	40721	8	55641	26,800	73,185	0,014
2013	22574	61935	30	84539	26,702	73,262	0,035
2014	23021	61897	6	84924	27,108	72,885	0,007
2015	25431	77989	5	103425	24,589	75,406	0,005
2016	28334	80259	25	108618	26,086	73,891	0,023
2017	28710	83133	323	112166	25,596	74,116	0,288
2018	38650	108623	15	147288	26,241	73,749	0,010
2019	36186	121484	3279	160949	22,483	75,480	2,037

Fuente: elaboración propia en base a CONAF (s.f.).

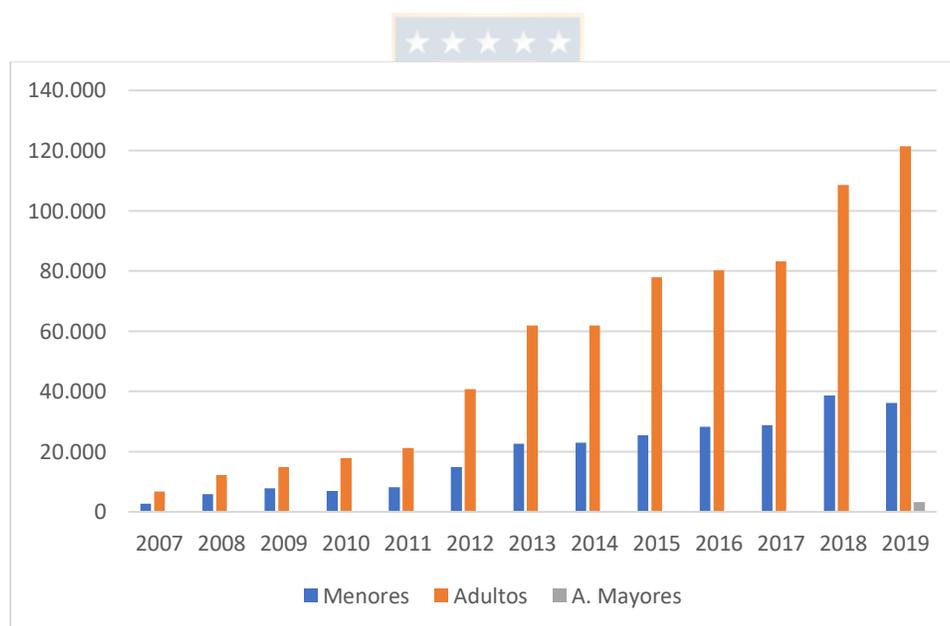


Figura 7: Visitación según edad de los turistas periodo 2007 - 2019.

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (s.f.).

6.1.4. Visitación por sector (Colorado y Administración)

En relación con las visitas que registra la unidad entre los años 2010 - 2019, solo se logró obtener información del periodo de tiempo de los años 2011 al 2019 de los sectores Colorado y Administración como se muestra en la tabla 11. Por otra parte, no fue posible recolectar información detallada de las visitas que recibían algunos de los senderos (Laguna Blanca, Sierra del Colorado, Coloradito y Laguna Pehuenco) en esos años, por esta razón se utilizaron supuestos que fueron validados por parte de los guardaparques de la unidad.

En primer lugar, los ingresos que fueron registrados por el Sector de Administración corresponden a personas que entran directamente a los senderos Piedra Santa y Laguna Blanca, siendo este último sendero una extensión del anterior (figura 3), por ende, compartirán igual cantidad de visitas diarias para este caso, aunque se debe tomar en consideración que debido a la gran longitud del sendero Piedra Santa (7029 m) algunos turistas no logran completarlo ni realizar su visita al sendero Laguna Blanca (16168 m), de ahí que se desconoce la cantidad real de ingresos de este sendero.

Con referencia al Sector Colorado compuesto por los senderos Sierra del Colorado, Coloradito y Laguna Blanca, además de ser el punto de ingreso al Centro de Montaña Corralco, no fue posible conocer la proporción de los visitantes que ingresan a cada uno de los senderos, ya que no se cuentan con registros, por ende, se utilizó información correspondiente a datos del 2020 obtenida desde la reserva que si contiene registro de aquellos datos para poder así estimar un valor aproximado que se visualiza en la tabla 12 y fue empleada en los datos del periodo 2011 y 2019 como muestra la tabla 13 con el fin de obtener las visitas diarias.

Tabla 11: Visitación según sector (Colorado y Administración).

DESGLOSE VISITACIÓN (número de visitas) RESERVA NACIONAL MALALCAHUELLO, POR AÑO, POR MES Y POR SECTOR.														
AÑO	SECTOR	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
2011	Colorado	2311	1473	136	223	223	2102	5805	5121	5729	3959	316	385	27783
	Administración	615	623	57	37	15	4	0	0	0	0	192	121	1664
	TOTAL	2926	2096	193	260	238	2106	5805	5121	5729	3959	508	506	29447
2012	Colorado	1110	2736	886	0	0	787	22170	12781	10459	1352	938	528	53747
	Administración	410	433	81	71	136	42	0	0	0	309	227	100	1809
	TOTAL	1520	3169	967	71	136	829	22170	12781	10459	1661	1165	628	55556
2013	Colorado	1548	2049	2632	529	883	3665	33136	18426	12854	3039	2419	1088	82268
	Administración	369	418	84	70	43	77	0	161	0	36	112	204	1574
	TOTAL	1917	2467	2716	599	926	3742	33136	18587	12854	3075	2531	1292	83842
2014	Colorado	3443	5250	760	0	1613	2997	31275	20138	12342	4104	0	382	82304
	Administración	353	436	147	121	112	0	0	0	0	31	1204	216	2620
	TOTAL	3796	5686	907	121	1725	2997	31275	20138	12342	4135	1204	598	84924
2015	Colorado	2855	7701	1994	0	0	10446	29903	19685	17792	9262	1795	0	101433
	Administración	589	694	167	168	70	0	0	0	0	0	153	151	1992
	TOTAL	3444	8395	2161	168	70	10446	29903	19685	17792	9262	1948	151	103425
2016	Colorado	1588	6365	5455	1411	1870	5133	34722	26491	16256	4495	1792	1501	107079
	Administración	345	667	236	64	54	0	0	0	0	0	61	112	1539
	TOTAL	1933	7032	5691	1475	1924	5133	34722	26491	16256	4495	1853	1613	108618
2017	Colorado	2782	4161	1162	2813	2402	8236	41815	12288	18712	9487	1100	1388	106346
	Administración	286	436	116	234	96	125	32	0	0	0	166	225	1716
	TOTAL	3068	4597	1278	3047	2498	8361	41847	12288	18712	9487	1266	1613	108062
2018	Colorado	4403	6045	4070	2733	1742	10033	65649	25239	15649	9203	2571	823	148160
	Administración	382	656	170	158	127	16	0	0	0	0	132	190	1831
	TOTAL	4785	6701	4240	2891	1869	10049	65649	25239	15649	9203	2703	1013	149991
2019	Colorado	4682	7694	2441	2216	2672	8318	54578	37843	26059	8725	3349	1678	160255
	Administración	399	521	123	159	206	45	0	0	0	16	243	139	1851
	TOTAL	5081	8215	2564	2375	2878	8363	54578	37843	26059	8741	3592	1817	162106

Fuente: Proporcionado por la Reserva Nacional Malalcahuello.

Tabla 12: Visitas Sector Colorado año 2020.

Sector Colorado	Enero	Febrero	Enero (%)	Febrero (%)	Promedio (%)
Visitantes Total Sector Colorado	4711	7984	-	-	-
N° Personas uso sendero Coloradito	58	596	1,2	7,5	4,4
N° Personas uso sendero Sierra del colorado	20	351	0,4	4,4	2,4
N° Personas uso sendero Laguna Pehuenco	115	841	2,4	10,5	6,5

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la Reserva Nacional Malalcahuello.

En base los registros de la tabla 12 se estimó que del total de personas que ingresan por el Sector Colorado solo un 4,4% transita por el sendero Coloradito, un 2,4% por el Sendero Sierra del Colorado y por último un 6,5% recorre el Sendero Laguna Blanca. Después de las consideraciones anteriores se procedió a la realización de nuevos cálculos como se exponen en la tabla 13.

Tabla 13: Visitación por sendero.

AÑO	SECTOR	TOTAL	Visitante/día	Coloradito (4,4%)	Sierra del Colorado (2,4%)	Laguna Pehuenco (6,5%)
2011	Colorado	27783	32,0	1,4	0,8	4,9
	Administración	1664	7,4			
	TOTAL	29447				
2012	Colorado	53747	30,5	1,3	0,7	11,5
	Administración	1809	6,6			
	TOTAL	55556				
2013	Colorado	82268	119,3	5,3	2,9	14,7
	Administración	1574	5,2			
	TOTAL	83842				
2014	Colorado	82304	64,0	2,8	1,5	17,5
	Administración	2620	10,8			
	TOTAL	84924				
2015	Colorado	101433	67,7	3,0	1,6	24,2
	Administración	1992	9,4			
	TOTAL	103425				

2016	Colorado	107079	94,3	4,1	2,3	19,1
	Administración	1539	7,3			
	TOTAL	108618				
2017	Colorado	106346	241,2	10,6	5,8	18,9
	Administración	1716	6,3			
	TOTAL	108062				
2018	Colorado	148160	134,0	5,9	3,2	26,4
	Administración	1831	7,6			
	TOTAL	149991				
2019	Colorado	160255	153,0	6,7	3,7	28,5
	Administración	1851	6,8			
	TOTAL	162106				

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la Reserva Nacional Malalcahuello.

En cuanto al resultado de la tabla 13 como se aludió al principio las visitas diarias correspondientes a los senderos Piedra Santa y Laguna Blanca pertenecen exclusivamente al Sector Administración fluctuando entre 5 a 11 visitantes diarios durante el periodo de tiempo de los años 2011 a 2019. Concerniente al Sector Colorado para el cálculo de la visitación diaria solo se consideraron los registros de algunos meses debido a que existe un periodo en el que los senderos se encuentran cerrados a excepción del sendero Laguna Pehuenco el cual está abierto al público durante todo el año, volviendo a lo anterior el sendero Coloradito presenta visitas que oscilan entre 1 a 11 personas diarias, mientras que el sendero Sierra del Colorado estas varían entre 1 a 6 personas diarias. Finalmente, en el sendero Laguna Pehuenco se puede visualizar un aumento de los turistas que ingresan al lugar de un año con respecto a otro, siendo al principio 5 personas diarias en el año 2011 y posteriormente para el año 2019 cercano a 29 personas diarias, por ende, se puede inferir que los turistas prefieren los senderos de menor distancia como este que consta solamente 554 m, debido a que no cuentan con el tiempo suficiente para poder realizar caminatas más largas y de mayor duración.

6.2. Capacidad de Carga Turística

6.2.1. Capacidad de Carga Física (CCF)

Tabla 14: Distancia y tiempo de los senderos.

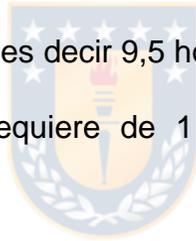
Senderos	Distancia (m)	Tiempo
Piedra Santa	7029	2.5 hr
Sierra del Colorado	2282	1 hr
Laguna Pehuenco	554	8 min
Coloradito	6547	2.5 hr
Laguna Blanca	16168	5 hr

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la Reserva Nacional Malacahuello.

Supuestos:

*Horario de visita de 08:30- 18:00 es decir 9,5 horas

*Se estima que una persona requiere de 1 metro para moverse libremente (Cifuentes et al.,1999)



6.2.1.1. Sendero Piedra Santa

$$CCF = \frac{S}{sp} * NV$$

$$S = 7029 \text{ m}$$

$$sp = 1 \text{ m}$$

$$NV = \frac{Hv}{tv}$$

$$Hv = 9,5 \text{ horas/día}$$

$$tv = 2,5 \text{ horas/visita}$$

$$NV = \frac{9,5}{2,5} = 3,8 \text{ Visitas/Visitante/día}$$

El resultado indica que el lugar puede ser visitado por una misma persona 3,8 veces en un día.

$$CCF = \frac{7029}{1} * 3,8 = 26710 \text{ Visitas/día}$$

6.2.1.2. Sendero Sierra del Colorado

$$CCF = \frac{S}{sp} * NV$$

$$S = 2282 \text{ m}$$

$$sp = 1 \text{ m}$$

$$NV = \frac{Hv}{tv}$$

$$Hv = 9,5 \text{ horas/día}$$

$$tv = 1 \text{ horas/visita}$$



$$NV = \frac{9,5}{1} = 9,5 \text{ visitas/visitante/día}$$

El resultado indica que el lugar puede ser visitado por una misma persona 9,5 veces en un día.

$$CCF = \frac{2282}{1} * 9,5 = 21679 \text{ visitas/día}$$

6.2.1.3. Sendero Laguna Pehuenco

$$CCF = \frac{S}{sp} * NV$$

$$S = 554 \text{ m}$$

$$sp = 1 \text{ m}$$

$$NV = \frac{Hv}{tv}$$

$$Hv = 9,5 \text{ horas/día}$$

$$tv = 0,133 \text{ horas/visita}$$

$$NV = \frac{9,5}{0,133} = 71,4 \text{ visitas/visitante/día}$$

El resultado indica que el lugar puede ser visitado por una misma persona 71,4 veces en un día.

$$CCF = \frac{554}{1} * 71,4 = 39.556 \text{ visitas/día}$$

6.2.1.4. Coloradito


$$CCF = \frac{S}{sp} * NV$$

$$S = 6547 \text{ m}$$

$$sp = 1 \text{ m}$$

$$NV = \frac{Hv}{tv}$$

$$Hv = 9,5 \text{ horas/día}$$

$$tv = 2,5 \text{ horas/visita}$$

$$NV = \frac{9,5}{2,5} = 3,8 \text{ visitas/visitante/día}$$

El resultado indica que el lugar puede ser visitado por una misma persona 3,8 veces en un día.

$$CCF = \frac{6547}{1} * 3,8 = 24879 \text{ visitas/día}$$

6.2.1.5. Sendero Laguna Blanca

$$CCF = \frac{S}{sp} * NV$$

$$S = 16168 \text{ m}$$

$$sp = 1 \text{ m}$$

$$NV = \frac{Hv}{tv}$$

$$Hv = 9,5 \text{ horas/día}$$

$$tv = 5 \text{ horas/visita}$$

$$NV = \frac{9,5}{5} = 1,9 \text{ visitas/visitante/día}$$

El resultado indica que el lugar puede ser visitado por una misma persona 1,9 veces en un día.

$$CCF = \frac{16168}{1} * 1,9 = 30.719 \text{ visitas/día}$$

6.2.2. Capacidad de Carga Real (CCR)

6.2.2.1. Erodabilidad (FCero)

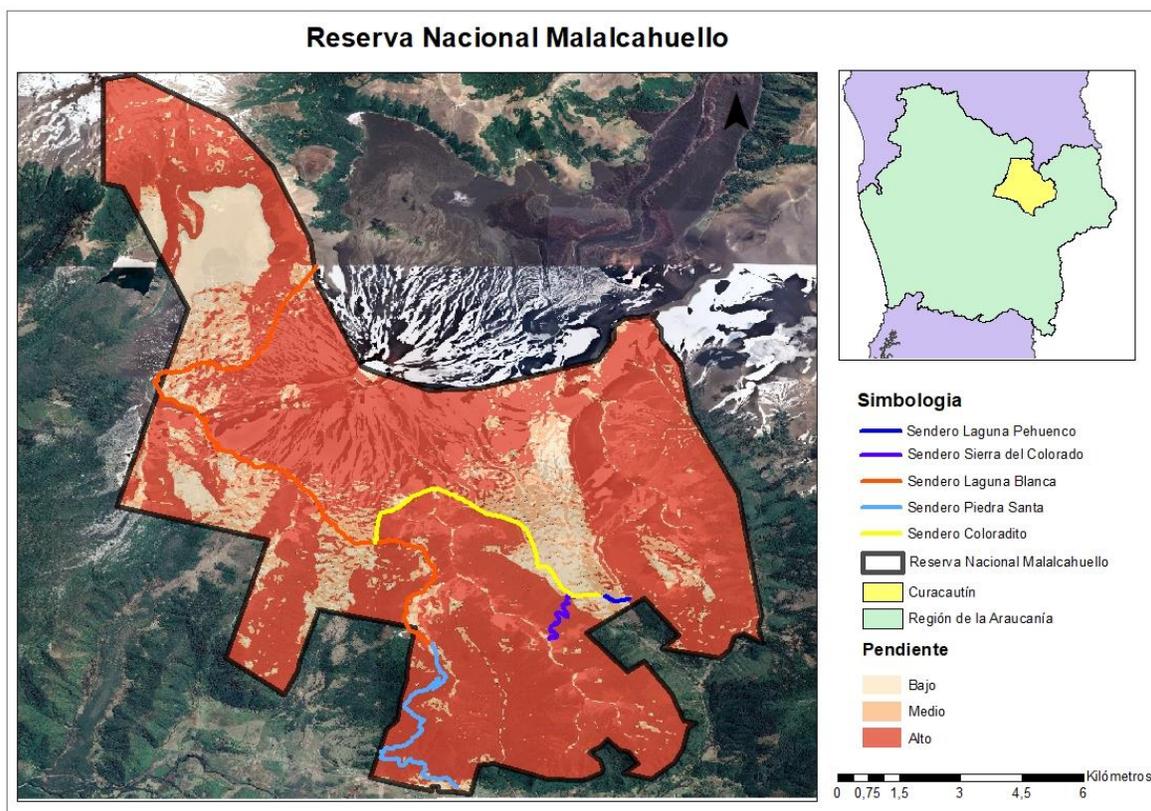


Figura 8: Mapa pendientes de la Reserva Nacional Malcalcahuello.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15: Pendiente de los senderos.

Senderos	medio (m)	Alto (m)
Piedra Santa	729	6133
Sierra del Colorado	140	2069
Laguna Pehuenco	424	11
Coloradito	2487	1897
Laguna Blanca	5898	9216

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.2.1.1. Sendero Piedra Santa

$$FCero = 1 - \frac{(mea * 1,5) + (men * 1)}{mt}$$

Donde:

$$mea = 6133 \text{ m}$$

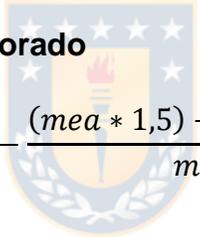
$$men = 729 \text{ m}$$

$$mt = 7029 \text{ m}$$

por lo que:

$$FCero = 1 - \frac{(6133 * 1,5) + (729 * 1)}{7029} = -0,41251$$

6.2.2.1.2. Sendero Sierra del Colorado


$$FCero = 1 - \frac{(mea * 1,5) + (men * 1)}{mt}$$

Donde:

$$mea = 2069 \text{ m}$$

$$men = 140 \text{ m}$$

$$mt = 2282 \text{ m}$$

por lo que:

$$FCero = 1 - \frac{(2069 * 1,5) + (140 * 1)}{2282} = -0,42134$$

6.2.2.1.3. Sendero Laguna Pehuenco

$$FCero = 1 - \frac{(mea * 1,5) + (men * 1)}{mt}$$

Donde:

$$mea = 11 \text{ m}$$

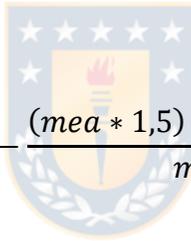
$$men = 424 \text{ m}$$

$$mt = 554 \text{ m}$$

por lo que:

$$FCero = 1 - \frac{(11 * 1,5) + (424 * 1)}{554} = 0,20487$$

6.2.2.1.4. Sendero Coloradito



$$FCero = 1 - \frac{(mea * 1,5) + (men * 1)}{mt}$$

Donde:

$$mea = 1897 \text{ m}$$

$$men = 2487 \text{ m}$$

$$mt = 6547 \text{ m}$$

por lo que:

$$FCero = 1 - \frac{(1897 * 1,5) + (2487 * 1)}{6547} = 0,18550$$

6.2.2.1.5. Sendero Laguna Blanca

$$FCero = 1 - \frac{(mea * 1,5) + (men * 1)}{mt}$$

Donde:

$$mea = 9216 \text{ m}$$

$$men = 5898 \text{ m}$$

$$mt = 16168 \text{ m}$$

por lo que:

$$FCero = 1 - \frac{(9216 * 1,5) + (5898 * 1)}{16168} = -0,21982$$

6.2.2.2. Accesibilidad (FCacc)

6.2.2.2.1. Sendero Piedra Santa



$$FCacc = 1 - \frac{(ma * 1,5) + (mm * 1)}{mt}$$

Donde:

$$ma = 6133 \text{ m}$$

$$mm = 729 \text{ m}$$

$$mt = 7029 \text{ m}$$

por lo que:

$$FCacc = 1 - \frac{(6133 * 1,5) + (729 * 1)}{7029} = -0,41251$$

6.2.2.2.2. Sendero Sierra del Colorado

$$FCacc = 1 - \frac{(ma * 1,5) + (mm * 1)}{mt}$$

Donde:

$$ma = 2069 \text{ m}$$

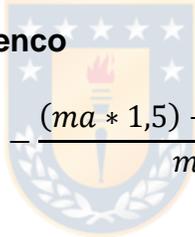
$$mm = 140 \text{ m}$$

$$mt = 2282 \text{ m}$$

por lo que:

$$FCacc = 1 - \frac{(2069 * 1,5) + (140 * 1)}{2282} = -0,42134$$

6.2.2.2.3. Sendero Laguna Pehuenco


$$FCacc = 1 - \frac{(ma * 1,5) + (mm * 1)}{mt}$$

Donde:

$$ma = 11 \text{ m}$$

$$mm = 424 \text{ m}$$

$$mt = 554 \text{ m}$$

por lo que:

$$FCacc = 1 - \frac{(11 * 1,5) + (424 * 1)}{554} = 0,20487$$

6.2.2.2.4. Sendero Coloradito

$$FC_{acc} = 1 - \frac{(ma * 1,5) + (mm * 1)}{mt}$$

Donde:

$$ma = 1897 \text{ m}$$

$$mm = 2487 \text{ m}$$

$$mt = 6547 \text{ m}$$

por lo que:

$$FC_{acc} = 1 - \frac{(1897 * 1,5) + (2487 * 1)}{6547} = 0,18550$$

6.2.2.2.5. Sendero Laguna Blanca

$$FC_{acc} = 1 - \frac{(ma * 1,5) + (mm * 1)}{mt}$$

Donde:

$$ma = 9216 \text{ m}$$

$$mm = 5898 \text{ m}$$

$$mt = 16168 \text{ m}$$

por lo que:

$$FC_{cero} = 1 - \frac{(9216 * 1,5) + (5898 * 1)}{16168} = -0,21982$$

6.2.2.3. Precipitación (FCpre)

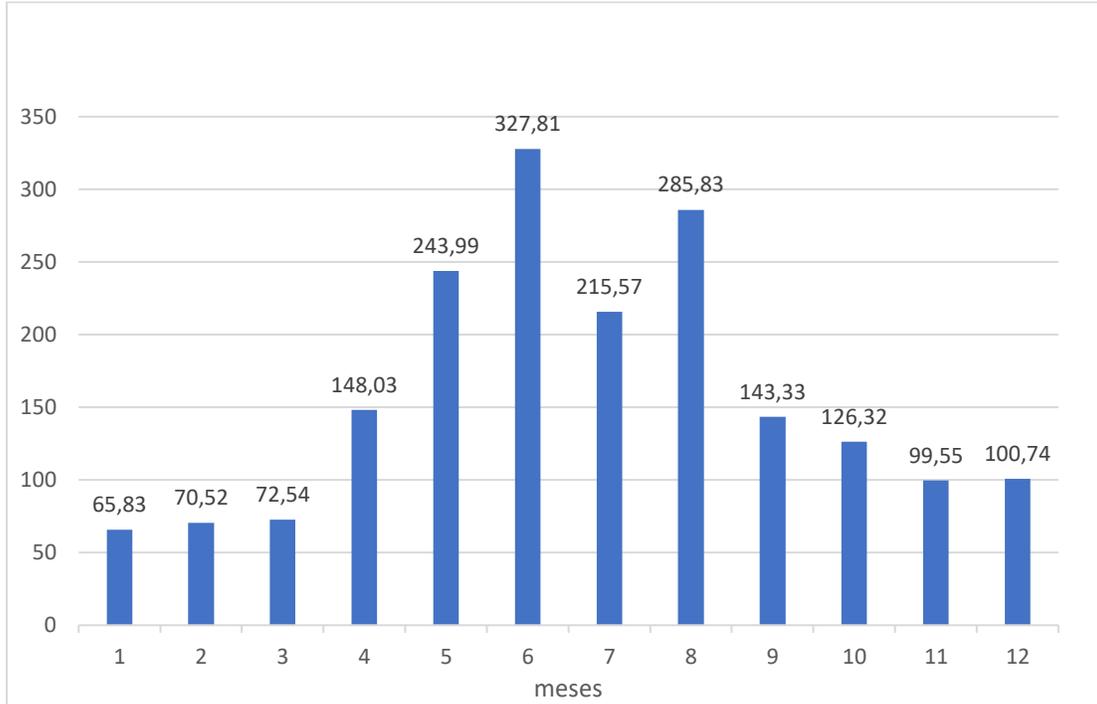


Figura 9: Climograma Estación Malcalahuello periodo 2010 – 2019.

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos del Explorador Climático CR2.

Para la confección del climograma (figura 9) se utilizaron los datos del Anexo A.

$$FCpre = 1 - \frac{DI}{A}$$

Donde:

$DI = 123$ días correspondiente a los meses (mayo, junio, julio y agosto) donde se presenta una mayor acumulación de precipitaciones (figura 9)

$A = 365$ días

Por lo que:

$$FCpre = 1 - \frac{123}{365} = 0,66301$$

Dicho factor será utilizado para todos los senderos.

6.2.2.4. Brillo Solar (FCsol)

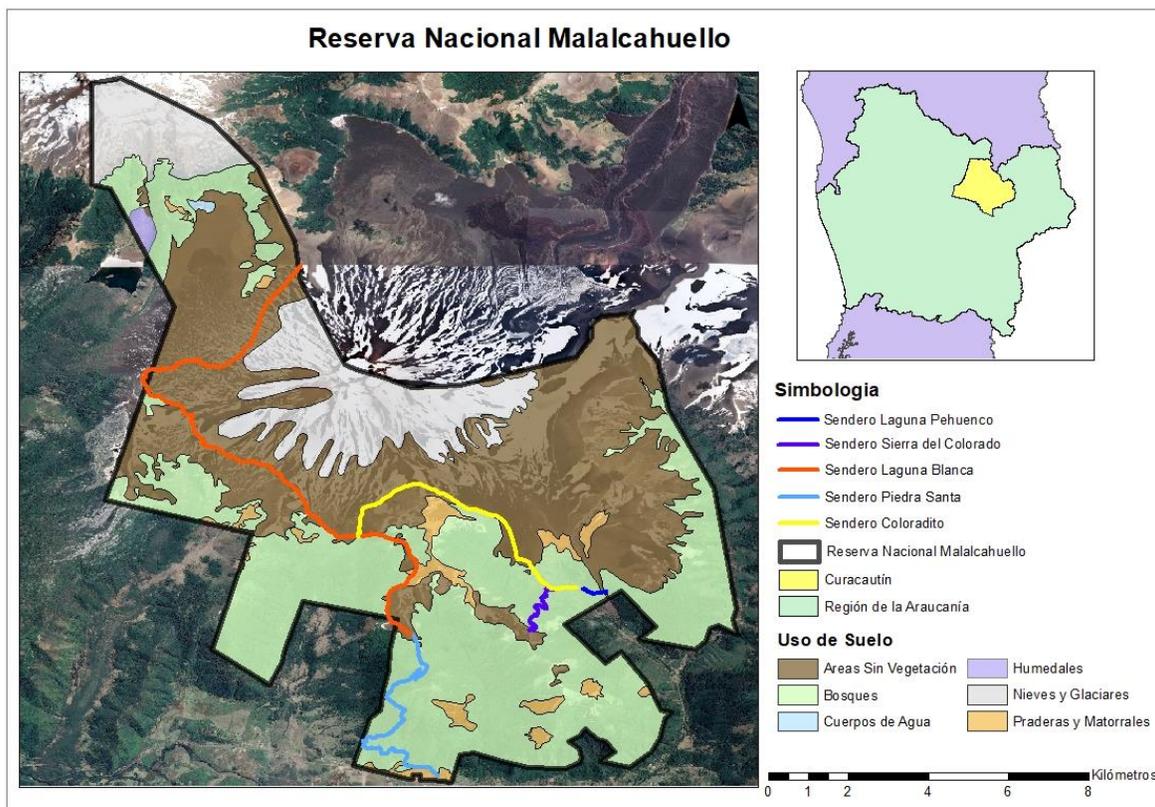


Figura 10: Mapa uso de suelo Reserva Nacional Malalcahuello.

Fuente: Elaboración Propia.

Para las áreas sin cobertura de la tabla 16 se consideraron las zonas sin vegetación, como también las praderas y matorrales debido a su baja altura que no proporciona la sombra suficiente.

Tabla 16: Áreas sin cobertura vegetal de los senderos.

Senderos	Área sin cobertura (m)
Piedra Santa	530
Sierra del Colorado	126
Laguna Pehuenco	72
Coloradito	5236
Laguna Blanca	13647

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.2.4.1. Sendero Piedra Santa

$$FC_{sol} = 1 - \frac{hsl}{ht} * \frac{ms}{mt}$$

$hsl = 6$ horas (Vallejo, 2003)

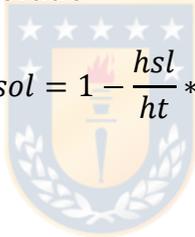
$ht = 3467,5$ horas (365 día*9,5 horas/día)

$ms = 530$ m

$mt = 7029$ m

$$FC_{sol} = 1 - \frac{6}{3467,5} * \frac{530}{7029} = 0,99987$$

6.2.2.4.2. Sendero Sierra del Colorado


$$FC_{sol} = 1 - \frac{hsl}{ht} * \frac{ms}{mt}$$

$hsl = 6$ horas

$ht = 3467,5$ horas

$ms = 126$ m

$mt = 2282$ m

$$FC_{sol} = 1 - \frac{6}{3467,5} * \frac{126}{2282} = 0,99990$$

6.2.2.4.3. Sendero Laguna Pehuenco

$$FC_{sol} = 1 - \frac{hsl}{ht} * \frac{ms}{mt}$$

$hsl = 6$ horas

$ht = 3467,5$ horas

$$ms = 72 \text{ m}$$

$$mt = 554 \text{ m}$$

$$FC_{sol} = 1 - \frac{6}{3467,5} * \frac{72}{554} = 0,99978$$

6.2.2.4.4. Sendero Coloradito

$$FC_{sol} = 1 - \frac{hsl}{ht} * \frac{ms}{mt}$$

$$hsl = 6 \text{ horas}$$

$$ht = 3467,5 \text{ horas}$$

$$ms = 5236 \text{ m}$$

$$mt = 6547 \text{ m}$$


$$FC_{sol} = 1 - \frac{6}{3467,5} * \frac{5236}{6547} = 0,99862$$

6.2.2.4.5. Sendero Laguna Blanca

$$FC_{sol} = 1 - \frac{hsl}{ht} * \frac{ms}{mt}$$

$$hsl = 6 \text{ horas}$$

$$ht = 3467,5 \text{ horas}$$

$$ms = 13647 \text{ m}$$

$$mt = 16168 \text{ m}$$

$$FC_{sol} = 1 - \frac{6}{3467,5} * \frac{13647}{16168} = 0,99854$$

6.2.2.5. Cierres Temporales (FCtem)

Los senderos Piedra Santa, Sierra del Colorado, Coloradito y Laguna Blanca se encuentran cerrados durante los meses desde mayo a octubre debido a la nieve durante esa época.

$$FCtem = 1 - \frac{hc}{ht}$$

hc = 1748 horas (9,5 horas/días * 184 días)

ht = 3467,5 horas

$$FCtem = 1 - \frac{1748}{3467,5} = 0,49589$$

El resultado del factor será aplicado a todos los senderos menos al sendero Laguna Pehuenco el cual se encuentra abierto durante todo el año.



6.2.2.6. Anegamiento (FCane)

Para la estimación de las zonas con problemas de anegamiento se consideró los lugares con un TWI alto, ya que coincidía con sitios en donde existía la presencia de cuerpos de agua como ríos, por ello se comparó con la red hídrica de la zona.

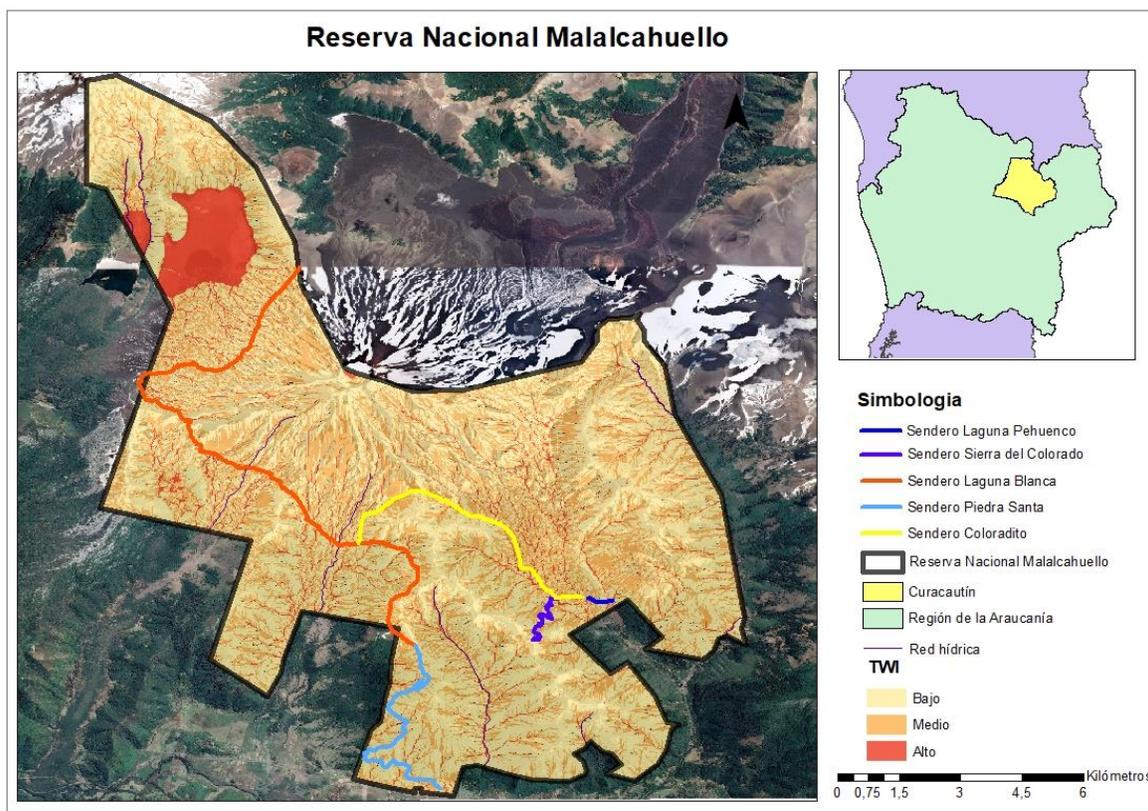


Figura 11: Índice de Humedad Topográfica (TWI) Reserva Nacional Malalcahuello.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17: Zonas con problemas de anegamiento de los senderos.

Senderos	Alto (m)
Piedra Santa	100
Sierra del Colorado	76
Laguna Pehuenco	13
Coloradito	1096
Laguna Blanca	929

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.6.1. Sendero Piedra Santa

$$FCane = 1 - \frac{ma}{mt}$$

$$ma = 100 \text{ m}$$

$$mt = 7029 \text{ m}$$

$$FCane = 1 - \frac{100}{7029} = 0,98577$$

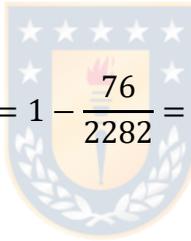
6.2.2.6.2. Sendero Sierra del Colorado

$$FCane = 1 - \frac{ma}{mt}$$

$$ma = 76 \text{ m}$$

$$mt = 2282 \text{ m } 0,96670$$

$$FCane = 1 - \frac{76}{2282} = 0,96670$$



6.2.2.6.3. Sendero Laguna Pehuenco

$$FCane = 1 - \frac{ma}{mt}$$

$$ma = 13 \text{ m}$$

$$mt = 554 \text{ m}$$

$$FCane = 1 - \frac{13}{554} = 0,97653$$

6.2.2.6.4 Sendero Coloradito

$$FCane = 1 - \frac{ma}{mt}$$

$$ma = 1096 \text{ m}$$

$$mt = 6547 \text{ m}$$

$$FCane = 1 - \frac{1096}{6547} = 0,83260$$

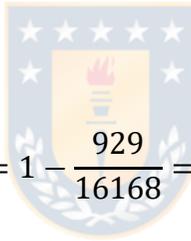
6.2.2.6.5 Sendero Laguna Blanca

$$FCane = 1 - \frac{ma}{mt}$$

$$ma = 929 \text{ m}$$

$$mt = 16168 \text{ m}$$

$$FCane = 1 - \frac{929}{16168} = 0,94254$$



6.2.3. Capacidad de Carga Efectiva (CCE)

6.2.3.1. Capacidad de Manejo (CM)

En lo que respecta a esta etapa de la CM se utilizó una tabla con los componentes que conforman las variables infraestructura, equipo y personal de la reserva que fue evaluada por el personal de la unidad por sector, cuyos resultados se resumen en la tabla 18 y tabla 19, asimismo el detalle de la tabla evaluada por cada sector se encuentra en el Anexo B.

Tabla 18: Capacidad de Manejo Sector Colorado.

Variable	Valor
Infraestructura	0,590
Equipo	0,600
Personal	0,833
Promedio	0,674
Capacidad de Manejo (CM)	67,4%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Capacidad de Manejo Sector Administración.

Variable	Valor
Infraestructura	0,422
Equipo	0,490
Personal	0
Promedio	0,304
Capacidad de Manejo	30,4%

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.2. Capacidad de Carga Turística de los senderos

Referente a esta última etapa, la tabla 20 recopila todos los cálculos realizados para cada uno de los senderos, en donde se obtiene el número máximo de visitantes que pueden recibir los diferentes senderos en un día, en la misma forma se realizaron nuevos cálculos utilizando un escenario pandémico en donde se establece una distancia entre personas de 2 metros ($sp = 2\text{ m}$), que es resumida en la tabla 21.

Tabla 20: Resumen Capacidad de Carga Turística de los senderos.

Senderos	Piedra Santa	Sierra del Colorado	Laguna Pehuenco	Coloradito	Laguna Blanca
NV (Visitas/Visitante/día)	3,8	9,5	71,4	3,8	1,9
CCF (Visitas/día)	26710,2	21679	39556	24879	30719
Factores de Corrección					
Erodabilidad	-0,41251	-0,42134	0,20487	0,18550	-0,21982
Accesibilidad	-0,41251	-0,42134	0,20487	0,18550	-0,21982
Precipitación	0,66301	0,66301	0,66301	0,66301	0,66301
Brillo solar	0,99987	0,99990	0,99978	0,99862	0,99854
Cierres Temporales	0,49589	0,49589	-	0,49589	0,49589

Anegamiento	0,98577	0,96670	0,97653	0,83260	0,94254
CCR (Visitas /día)	1473	1223	1075	234	459
CM %	67,4	30,4	30,4	30,4	67,4
CCE (Visitas / día)	993	372	327	71	309
CCE (Visitantes /día)	261	39	5	19	163

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21: Resumen Capacidad de Carga Turística considerando un escenario pandémico.

Senderos	Piedra Santa	Sierra del Colorado	Laguna Pehuenco	Coloradito	Laguna Blanca
NV (Visitas/Visitante/día)	3,8	9,5	71,4	3,8	1,9
CCF (Visitas/día)	13355	10840	19778	12439	15360
Factores de Corrección					
Erodabilidad	-0,41251	-0,42134	0,20487	0,18550	-0,21982
Accesibilidad	-0,41251	-0,42134	0,20487	0,18550	-0,21982
Precipitación	0,66301	0,66301	0,66301	0,66301	0,66301
Brillo solar	0,99987	0,99990	0,99978	0,99862	0,99854
Cierres Temporales	0,49589	0,49589	-	0,49589	0,49589
Anegamiento	0,98577	0,96670	0,97653	0,83260	0,94254
CCR (Visitas /día)	736	612	537	117	230
CM %	67,4	30,4	30,4	30,4	67,4
CCE (Visitas/día)	496	186	163	36	155
CCE (Visitantes /día)	131	20	2	9	81

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la comparación de la tabla 13 y tabla 20 con el fin de conocer si se ha sobrepasado la CCT durante los años 2011 a 2019, según se ha visto no se excede en ningún año en los senderos Piedra Santa, Sierra del Colorado, Coloradito y Laguna Blanca, en cambio, el sendero Laguna Pehuenco la capacidad máxima de visitantes ha sido superado durante los años 2012 a 2019, siendo el 2019 sobrepasada por 24 personas, es decir, en un 380% cuando su máximo es de 5 personas, en vista de ello se debe analizar las condiciones que presenta el sendero, examinando que nivel de degradación posee, con el fin de remediar la situación, ya que una alta sensibilidad ecológica, combinada con una alta influencia

de las actividades turísticas, resulta en una mayor posibilidad de poseer un problema ecológico (Zeng & Zhong, 2020), además de aumentar la CM de la reserva puesto que es deficiente y por ello el número máximo de las personas que puede ingresar es tan bajo. A pesar de que la CCT no haya sido desbordada en la mayoría de los senderos, se debe poner atención al alza de turistas que está presentando la unidad, debido a que en el futuro podría ser excedida. Concerniente a un escenario como la actual pandemia que requiere de un mayor distanciamiento social al revisar la tabla 21, las restricciones, en el uso de los senderos aumenta, reduciéndose a la mitad el número de visitantes que puede recibir cada uno de los senderos, siendo más notorio en el caso del sendero Laguna Pehuenco que alcanza los 2 visitantes por día.

En vista de los hechos expuestos, se podría implementar como medida la limitación del uso de los senderos como la Laguna Pehuenco; pero se debe tomar en consideración la existencia de cierta oposición y conflictos de interés que se pudiesen generar por parte de la industria turística que como menciona Buckley (2012) se entromete contra la regulación ambiental, para seguir teniendo derechos sobre la gestión de visitantes dentro de un área protegida.

Si bien, estos resultados sirven como guía para tomar decisiones frente a la gestión de los senderos, no solucionan del todo los problemas que debe estar enfrentando la unidad, puesto que la conducta de los visitantes es otro tema por tratar y debe ser manejada con otras medidas.

6.3. Medidas de Mitigación

6.3.1. Acciones Realizadas por CONAF

En cuanto a las medidas efectuadas por CONAF en la reserva relacionadas con conservación y mitigación de impactos en los senderos generada por los turistas, estas actividades se encuentran planteados de manera general en el “Plan de Manejo Reserva Forestal Malalcahuello” publicado durante el año 1996, por ende, se consideraron aquellas medidas de conservación de los Programas de Manejo que pudiesen estar relacionadas o influyan sobre los senderos que se visualizan en la tabla 22.

Tabla 22: Actividades de los Programas de Manejo.

Programas de Manejo	Programa de Operaciones	Programa de uso Publico
Actividades	Mantener un registró de visitantes, controlar la carga de visitantes por área de desarrollo y remitir estos antecedentes al encargado administrativo, para la elaboración del informe correspondiente.	Elaborar material divulgativo referente a los atractivos del área y de la unidad.
	Mantener un catastro actualizado de los lugares deteriorados o frágiles que requieran medidas de protección especial.	Elaborar y realizar el plan de Educación Ambiental e interpretación.
	Construir cercas y fajas limítrofes restantes.	En conjunto con el programa de operaciones,

		construir paneles informativos e interpretativos.
	Construir, instalar y mantener todo el sistema de señalización de la Reserva.	Realizar y diseñar un plan de charlas dirigidas a la población local.
	Mantener senderos de excursión y patrullajes.	Diseñar una encuesta que permita establecer un perfil objetivo del visitante a la unidad.

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (1996).

Acerca del cumplimiento de las medidas planteadas en el año 1996, en la actualidad se está trabajando en un nuevo Plan de Manejo de la unidad que evalúa el nivel de cumplimiento que tuvieron dichas acciones y en él se constata que de las actividades (30 actividades) plasmadas en el Programa de Operaciones presentaron tan solo un nivel Medio de cumplimiento (7 actividades entre 0-25%, 10 actividades entre 25 - 50% y 13 entre 50-100%), de igual manera, el Programa de uso Público presentó un nivel de cumplimiento Medio (8 actividades entre un 50-100%, 11 actividades entre el 25-50% y 7 entre 0-25%).

Cabe destacar que el nuevo plan de manejo se encuentra en preparación, por ende, no se logró obtener un nivel mayor de detalle sobre el grado de cumplimiento en estos 25 años, aunque la realidad no se escapa de lo que ocurre en otras Áreas Protegidas del país, como se muestra en el trabajo de Repetto et al. (2018) donde se realizó la “Encuesta sobre planificación y uso turístico en las áreas protegidas públicas y privadas”, que fue un estudio diagnóstico que permitió conocer la percepción de administradores de varias ASPE sobre la planificación del área, el manejo del uso turístico y sus efectos sobre la conservación de la biodiversidad, permitiendo así obtener una visión a nivel nacional sobre la situación en que se encuentra el SNASPE con respecto al incremento del uso turístico, la cual fue

respondida por administradores y guardaparques de cincuenta y nueve unidades, en donde se evidenció que el 95 % de estas contaban con un plan de manejo; pero solo un 20% de las unidades señalaban que estos se implementan de forma efectiva en el territorio, además, referente a los principales aspectos de planificación y uso turístico, se constató que el 91 % de las ASPE contaban con objetivos de conservación establecidos, no obstante en un 58 % de ellas los objetivos fueron implementados de forma parcial en el manejo y uso turístico y, solamente en el 27% el turismo estaría siendo manejado de acuerdo a estos objetivos de conservación.

Si bien, es cierto que existen una serie de deficiencias en cuanto al cumplimiento de actividades planteadas en el plan de manejo anterior como también en la CM que se evidencia en el Anexo B, hoy en día como se mencionó anteriormente se está trabajando en un nuevo plan de manejo que propone una nueva perspectiva sobre la administración de la reserva, el cual expone y se hace cargo de otras problemáticas que está presentando la unidad que son necesarias de mencionar como son el ingreso ilegal de vehículos motorizados, tala ilegal, incendios forestales, ingreso de perros y gatos, atropellos de fauna silvestre, extracción ilegal de Recursos Biológicos, presencia de enfermedades, presencia de especies exóticas invasoras de flora y fauna, alimentación indebida a fauna silvestres (Sector Colorado), ingreso ilegal de ganado doméstico, caza, contaminación (Sector Colorado), pérdida o deterioro del conocimiento tradicional y cambio climático (En preparación, s.f.), que son generadas por actividades antrópicas.

6.3.2. Propuestas para mitigar el impacto

Al revisar los planes de manejo de las tres áreas protegidas más visitadas del país durante el año 2019 (figura 4) que son el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, Reserva Nacional los Flamencos y Parque Nacional Torres del Paine, con el objetivo de conocer que medidas realizaban estas para hacer frente al aumento de los visitantes, las tres unidades hablaban sobre imponer un control al ingreso de visitantes a través de estudios de Capacidad de Carga, en donde dos unidades ya contaban con esta clase de estudios (P.N. Torres del Paine y R.N. los Flamencos),

que fueron realizados a través de una consultora, en el que la R.N. los Flamencos no especificaba la cifra fijada como máximo número permitido de ingresos en el plan de manejo, en cuanto al P.N. Torres del Paine en el Plan de Manejo del año 2007, no se hace mención del estudio de Capacidad de Carga realizado por AMBAR-Euro Chile durante el 2004 en la que se establecieron límites de visitación y una serie de recomendaciones como mejorar los trazados en los senderos en función a las cargas de visitantes, aumentar la gestión y el control en los senderos, no obstante, ninguna de estas medidas sugeridas se implementó en el Parque Nacional Torres del Paine. (Torres et al., 2018).

Otras acciones que se mencionan en las tres ASPE es la educación ambiental como parte de la concientización hacia los turistas frente a los daños que pueden generar y para hacerle seguimiento a esto se alude a la realización de encuestas hacia los visitantes, por otro lado, otra medida es la mantención y reparación de infraestructura como señalética, cercos, senderos, etc. Para concluir en este aspecto, todas las medidas expuestas son de tipo general y similares en cada una de las unidades, además no se plantean puntos específicos de cada una de estas medidas.

Concerniente a información en torno a casos de estudio de medidas realizadas en otras áreas protegidas que cuentan con investigaciones relacionadas a los impactos del turismo en el ámbito nacional quien posee una amplia cantidad de datos es el Parque Nacional Torres del Paine, en donde se desarrolló un proyecto titulado “Sistema de Manejo Turístico en Áreas Protegidas de Chile: caso piloto Parque Nacional Torres del Paine”, del cual se extrajeron algunas ideas.

En primer lugar, existen dificultades a la hora de estimar cuantas visitas se llevan a cabo en cada uno de los senderos presentes en cualquier área protegida, dado que el registro se realiza al momento de ingresar a la unidad, por lo que para hacer frente a esta problemática existen ejemplos como el trabajo de Torres et al. (2019) donde se propone la utilización de contadores de flujo para entender la dinámica en el espacio y tiempo de los visitantes del área protegida con el fin de desarrollar acciones de manejos en zonas de alto flujo. En el proyecto se midió la visitación de

varios senderos del Parque Nacional Torres del Paine a través de sensores por un periodo de un año (febrero 2015 y mayo 2016), que eran evaluados semanalmente en temporada alta, media y baja para así obtener la intensidad de uso, igualmente se enfatiza en el documento que los datos obtenidos correspondían a registros y no a personas. En base a lo anterior, se podría incorporar la utilización de contadores en el Sector colorado en la Reserva Nacional Malalcahuello, para poder comprender la dinámica de los visitantes y estimar cuáles senderos presentan una mayor intensidad de uso para posteriormente tomar decisiones y llevar a cabo acciones de manejo.

Paralelamente a lo anterior, Torres et al. (2018) realizó una investigación en la misma área de estudio, donde se evaluó el impacto generado por los turistas debido al tránsito de estos en senderos cercanos a zonas de camping, para ello se utilizó y complementaron dos metodologías la “Evaluación del sendero por puntos de muestreo” (Point sampling track assessment) y “Evaluación de problemas de sendero” (Track problem assessment). La primera acción que se realizó fue la toma de datos de diversos puntos a lo largo del sendero, donde se observó la condición de éste y registró en una ficha, posteriormente se evaluó el estado de los puntos de muestreo en los senderos valorándolo según cuatro indicadores: ancho del sendero; profundidad de la huella; presencia de raíces expuestas y/o rocas; y presencia de multihuellas, asignándoles un rango entre cero y dos en función de la información tomada en terreno, finalmente, cada uno de los puntos fue evaluado, siendo clasificado según la condición de bueno, aceptable, malo y muy malo, con lo que gracias a este estudio se logró proponer acciones de manejo a corto, mediano y largo plazo sobre el diseño, construcción y mantención de senderos, capacitación técnica en diseño y mantención de senderos, manejo de turistas en senderos, seguridad de los turistas, comportamiento inadecuado de visitantes y locales en senderos, como también diferenciación en el uso de los senderos. Por lo cual, se podrían utilizar las metodologías que se plantearon en el estudio para así conocer las condiciones actuales en las que se encuentran los senderos y tener un control más eficaz de estos, antes de que se generen impactos importantes o tratar los que ya se han generado.

Por otro lado, al revisar la literatura internacional se estudió el caso del Chesapeake and Ohio Canal National Historical Park, trabajo realizado por Hockett et al. (2017) en que se implementaron una serie de medidas con el fin de influir en el comportamiento de los visitantes que transitaban por caminos informales, no respetando los límites del sendero. Anteriormente en el sector se habían implementado varias acciones para limitar las caminatas fuera de los senderos y mantener los senderos informales cerrados; pero el bloqueo de los senderos con arbustos o troncos, la presencia de letreros educativos y cercas fallaron cuando los visitantes eliminaron o destrozaron esos esfuerzos. El primer tratamiento fue la utilización de señaléticas con información educativa de los impactos de caminar fuera del sendero al inicio de este, además de agregar letreros simbólicos de no caminar atornillados a los troncos en lugares en donde el sendero se cruzaba con caminos informales, para así recordar a los visitantes el mensaje entregado al principio. (figura 12).



Figura 12: Incorporación de señalética "No pasar".

Fuente: Hockett et al. (2017).

El segundo tratamiento consistió en la incorporación de ramas y hojas para camuflar los primeros 3 a 5 metros de cada sendero informal, asíndolos parecer poco utilizados y menos atractivos. El tercer tratamiento implementó la restauración y cercado de altura baja con cuerdas de los senderos más usados. Como cuarto tratamiento fue empleado el contacto personal con el propósito de comparar la eficacia de los letreros educativos al comienzo del sendero versus la comunicación personal para transmitir la conciencia de las consecuencias y los mensajes de responsabilidad personal. Finalmente, para comprobar la eficacia de los métodos se realizó una encuesta a los visitantes y la observación directa de los comportamientos de las caminatas fuera del sendero. Como resultado de la implementación de todos los tratamientos, se vio una caída en relación con el porcentaje de personas que transitaban fuera del sendero de un 70,3% a un 43%, ya que los mensajes entregados por el personal tuvieron un mayor impacto, debido a que los visitantes escucharon todas las partes del mensaje, con la oportunidad de discutir o aclarar los componentes que no se entienden bien. En general esta clase de iniciativas mencionadas anteriormente podrían ser incorporadas en la reserva, puesto que son sencillas de aplicar; pero la problemática radicaría en la falta de personal para entregar el comunicado al principio de los senderos, por ende, sería de gran utilidad la implementación de voluntariados en periodos de temporada alta con el fin de concientizar a los turistas en su actuar.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo de los planteamientos hechos se ha podido responder a las preguntas de investigación planteadas al principio de este estudio como cuál es la Capacidad de Carga Turística de los senderos y si ha sido sobrepasada, evidenciándose como resultado la sobrecarga del sendero Laguna Pehuenco.

Por una parte, se pudo comprobar la tendencia en el aumento del número de visitantes que ingresan a la reserva, aunque no se logró conocer la diferenciación específica del número de personas que ingresan a cada uno de los senderos, gracias a la utilización de supuestos se consiguió obtener un valor aproximado de ingresos diarios que sirvió como guía con el fin de conocer si los senderos habían excedido el máximo de visitantes. De igual manera, se hace necesario la incorporación de mecanismos de registros detallados de los visitantes que ingresan a la dependencia de la unidad que no solamente sean en la entrada del ASPE, sino en otras secciones, aunque se sabe que esto es un gran desafío debido a que la mayoría de las áreas protegidas del país el presupuesto actual no alcanza, aun para las actividades básicas de manejo y es una limitante para el manejo efectivo de los visitantes y los impactos que estos generan. (Repetto et al., 2018).

En cuanto los a los valores de la CCT de cada uno de los senderos, la CM tubo un rol protagónico en los resultados de cada sendero, en especial aquellos que se encontraban en el Sector Colorado, por donde ingresa la mayoría de los turistas a la unidad por los atractivos que presenta como es el centro de sky, obteniendo un valor de CM del 30,4% debido a las deficiencias en cuanto a infraestructura, equipamiento y personal, siendo bastante preocupante por el hecho de ser una zona con alta carga turística, por ende, si es que se mejora en estos aspectos se puede incrementar el número máximo de visitantes que pueden tolerar los senderos.

Por otro lado, los resultados no deben ser tomados como valores absolutos, como ya se mencionó anteriormente estos son dinámicos y pueden cambiar con el tiempo, tampoco la CCT es un número que soluciona todos los problemas de los impactos que generan los visitantes, si bien es una herramienta que ayuda a limitar el uso de

ciertas áreas antes de que se generen efectos adversos, igualmente existen problemas como el daño que ya pueden estar presentando los senderos y el comportamiento que pueden tener los turistas con el entorno que visitan, por esta razón se propusieron una serie de medidas que fueron efectivas y no presentan mucha dificultad al momento de implementarlas, solo requieren de tiempo y constancia, si bien puede existir voluntad por medio de la administración de la unidad en ejecutar dichas acciones las dificultades se originan como menciona Repetto et al. (2018) por un escaso compromiso político con el SNASPE, que impide la obtención de un mayor presupuesto, limitando la dotación de personal, el desarrollo de infraestructura y monitoreo, siendo contradictorio con la imagen que hoy en día Chile se promociona al mundo como un destino turístico debido a sus paisajes naturales; pero como muchos gobiernos solo gasta el presupuesto destinado a turismo en marketing internacional para atraer a más visitantes, sin preocuparse por los impactos que producen los turistas una vez que llegan. (Buckley, 2011).

Por último, referente al aporte que tiene esta investigación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible, contribuyen en gran medida al ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres), debido a que con la información que se originó se aporta a la prevención o a revertir la degradación que puede presentar el ecosistema de la Reserva Nacional Malalcahuello, relacionado con sus senderos donde se generan las interacciones entre los visitantes y el entorno, promoviéndose así el uso sostenible de los ecosistemas terrestres. Asimismo, se colabora al ODS 3 (salud y bienestar), ya que al conservar estas áreas se contribuye a la salud física y mental de los turistas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Báez, A., y Acuña, A. 2003. Guía para las mejores prácticas de ecoturismo en áreas protegidas. México D.F.: CDI.
2. Balmford, A., Beresford, J., Green, J., Naidoo, R., Walpole, M. and Manica, A. 2009. A Global Perspective on Trends in Nature-Based Tourism. *PLoS Biol* 7(6).
3. Balmford, A., Green, J.M.H., Anderson, M., Beresford, J., Huang, C., Naidoo, R., Walpole, M. and Manica, A. 2015. Walk on the Wild Side: Estimating the Global Magnitude of Visits to Protected Areas. *Plos Biology* 13(2).
4. Barros, A., Monz, C. and Pickering, C. 2015. Is tourism damaging ecosystems in the Andes? Current knowledge and an agenda for future research. *Ambio* 44(2), 82-98.
5. Brida, J.G., Gomez, D.M. and Segarra, V. 2020. On the empirical relationship between tourism and economic growth. *Tourism Management* 81.
6. Buckley, R. 2011. *Annual Review of Environment and Resources*, Vol 36. Gadgil, A. and Liverman, D.M. (eds), pp. 397-416.
7. Buckley, R. 2012. SUSTAINABLE TOURISM: RESEARCH AND REALITY. *Annals of Tourism Research* 39(2), 528-546.
8. Carrasco, L. y Rodríguez, B. 2019. Caracterización del consumo de residuos de origen antropico en Zorro culpeo y gris (*Lycalopex sp.*) en el Parque Nacional Torres Del Paine. Centro de Investigación Científica Escolar (CICE).
9. Castillo, E., Martínez, M. y Torres, M. 2016. Gestión turística en áreas protegidas públicas y privadas en el sur de. Un análisis comparativo del Parque Nacional Alerce Costero y la Reserva Costera Valdiviana en la Región de los Ríos. Universidad Austral de Chile, Valdivia.
10. Chung, M.G., Dietz, T. and Liu, J.G. 2018. Global relationships between biodiversity and nature-based tourism in protected areas. *Ecosystem Services* 34, 11-23.
11. Cifuentes, M. 1992. Determinación de capacidad de carga en áreas protegidas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
12. Cifuentes, M. et al. 1999. Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. Turrialba, CR: WWF: CATIE.
13. CONAF. 1996. Plan de Manejo Reserva Forestal Malalcahuello. Chile.

14. CONAF. 2007. Plan de Manejo Parque Nacional Torres del Paine. Chile.
15. CONAF. 2008. Plan de Manejo Reserva Nacional Los Flamencos. Chile.
16. CONAF. 2015. Plan de Manejo Parque Nacional Vicente Pérez Rosales. Chile.
17. CONAF. s.f. Estadística de Visitación. Recuperado 3 de septiembre de 2021, de <https://www.conaf.cl/parques-nacionales/visitanos/estadisticas-de-visitacion/>
18. De Faria, H. 1993. Elaboración de un procedimiento para medir la efectividad de manejo de áreas silvestres protegidas y su aplicación en dos áreas protegidas de Costa Rica. Costa Rica.
19. de la Maza, F. 2016. State conceptions of indigenous tourism in Chile. *Annals of Tourism Research* 56, 80-95.
20. del Valle Pérez Colmenares, S. 2017. La planificación y prevención de los impactos ambientales del turismo como herramienta para el desarrollo sostenible: Caso de estudio Timotes, Venezuela. *Revista interamericana de ambiente y turismo* 13(2), 164-183.
21. Explorador climático CR2. s.f. Precipitación. Recuperado 13 de agosto de 2021, de <https://explorador.cr2.cl/>
22. FAO. s.f. Áreas Protegidas. Recuperado 25 de octubre de 2021, de <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules-alternative/protected-areas/basic-knowledge/es/>
23. Fossgard, K. and Fredman, P. 2019. Dimensions in the nature-based tourism experiencescape: An explorative analysis. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism-Research Planning and Management* 28.
24. Frid, A. and Dill, L. 2002. Human-Caused Disturbance Stimuli as a Form of Predation Risk. *Conservation Ecology* 6(1), 16.
25. Gedda, M. 2014. Reserva de la Biosfera Araucarias: la puesta en valor de su patrimonio como herramienta de conservación y desarrollo turístico sostenible. *Geolibros* 17, 164–186.
26. Gil, V.N., Gil, V. y Campo, A.M. 2014. Capacidad de carga turística en el sendero del Cerro Ventana: Parque Provincial Ernesto Tornquist, Argentina. *Estudios y perspectivas en turismo* 23(2), 362-375.
27. Gómez, J., Suarez, A. y Gutiérrez, F. 2016. Cálculo de los límites de cambio aceptable (LAC) en el sendero lagunas de siecha, parque nacional natural Chingaza – Colombia. *Revista de Tecnología* 12, 75-85.

28. Hockett, K.S., Marion, J.L. and Leung, Y.F. 2017. The efficacy of combined educational and site management actions in reducing off-trail hiking in an urban-proximate protected area. *Journal of Environmental Management* 203, 17-28.
29. Ibañez, R. 2016. Capacidad de carga turística como base para el manejo sustentable de actividades ecoturísticas en Unidades de Manejo Ambiental (UMA) de Baja California Sur (BCS). *El Periplo Sustentable* (30), 37-76.
30. Kim, Y., Kim, C.-k., Lee, D.K., Lee, H.-w. and Andrada, R.I.I.T. 2019. Quantifying nature-based tourism in protected areas in developing countries by using social big data. *Tourism Management* 72, 249-256.
31. Leung, Y., Spenceley, A., Hvenegaard, G. y Buckley, R. 2019. Gestión del turismo y de los visitantes en áreas protegidas: directrices para la sostenibilidad. Serie Directrices sobre Buenas Prácticas en Áreas Protegidas no. 27, Gland, Suiza: UICN. xii + 120 pp.
32. Liu, W., Vogt, C.A., Luo, J.Y., He, G.M., Frank, K.A. and Liu, J.G. 2012. Drivers and Socioeconomic Impacts of Tourism Participation in Protected Areas. *Plos One* 7(4).
33. Maldonado-Ore, E.M. and Custodio, M. 2020. Visitor environmental impact on protected natural areas: An evaluation of the Huaytapallana Regional Conservation Area in Peru. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism-Research Planning and Management* 31.
34. Marechal, L., Semple, S., Majolo, B., Qarro, M., Heistermann, M. and MacLarnon, A. 2011. Impacts of tourism on anxiety and physiological stress levels in wild male Barbary macaques. *Biological Conservation* 144(9), 2188-2193.
35. Martínez, P., Espinosa, A., Tereucán, J., Flores, J. y Sandoval, H. 2013. El patrimonio territorial en el contexto de la Reserva de la Biosfera Araucarias, un espacio de diálogo para el turismo. *Turismo de intereses especiales*, 163-178.
36. Ministerio de Agricultura. 2004. Política para el desarrollo del ecoturismo en áreas silvestres protegidas del estado y su entorno. Santiago, Chile.
37. Ministerio del Medio Ambiente. 2011. Las Áreas Protegidas de Chile. Santiago, Chile.
38. Ministerio del Medio Ambiente. s.f. Registro Nacional de Áreas Protegidas. Recuperado 12 de noviembre de 2020, de <http://areasprotegidas.mma.gob.cl/areas-protegidas/>

39. Mount, A. and Pickering, C.M. 2009. Testing the capacity of clothing to act as a vector for non-native seed in protected areas. *Journal of Environmental Management* 91(1), 168-179.
40. Municipalidad de Curacautín. s.f. Plan de Desarrollo Turístico Comuna de Curacautín 2010 – 2015. Chile.
41. OMT. 2019. Panorama del turismo internacional. Edición 2019, OMT. Madrid.
42. Pavón, R.G.S., Baca, C.A.G., Arcos, L.A. and García, B.A.Q. 2017. Tourism Carrying Capacity and Sustainable Use of Natural Protected Areas. *Ciencia Ergo-Sum* 24(2), 164-172.
43. Pickering, C.M., Hill, W., Newsome, D. and Leung, Y.-F. 2010. Comparing hiking, mountain biking and horse riding impacts on vegetation and soils in Australia and the United States of America. *Journal of Environmental Management* 91(3), 551-562.
44. Repetto, F., Vela-Ruiz, G., Díaz, M., Fernández, M., Lopez, R. y Gonzalez, B. 2018. Diagnóstico sobre la planificación e implementación del uso público en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado de Chile. *Biodiversidata* 7, 116-124.
45. Roa, J. y Kamp, U. 2012. Uso del índice topográfico de humedad (ith) para el diagnóstico de la amenaza por desborde fluvial, Trujillo-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 53 (1), 109-126.
46. Segrado, R., Serrano, R., Pérez, J., Cruz, G. y Balbuena, M. 2014. Evaluación de dos Métodos para el Aprovechamiento Turístico en Áreas Naturales Protegidas. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 23, 1-14.
47. SERNATUR. 2019. Araucanía Reserva de la Biósfera, Parques Nacionales y Áreas Silvestres Protegidas. Chile.
48. SERNATUR. s.f. Plan de Acción Región de La Araucanía Sector Turismo 2014 – 2018. Chile.
49. SIT CONAF. s.f. Fichas Regionales Catastro Vegetacional. Recuperado 11 de septiembre de 2021, de <https://sit.conaf.cl/>
50. Sociedad de Desarrollos de Montaña S.A. 2013. Ficha del proyecto: Centro de Montaña Corralco. Chile.
51. Subsecretaría de Turismo. 2015. Plan de Acción de Turismo Sustentable en Áreas Protegidas del Estado 2014-2018. Santiago, Chile.
52. Subsecretaría de Turismo. 2017a. Guía de senderos diseño, construcción y mantención en áreas protegidas. Santiago, Chile.

53. Subsecretaría de Turismo. 2017b. Turismo sustentable en áreas protegidas del estado: una propuesta de presente y futuro. Santiago, Chile.
54. Subsecretaría de Turismo. 2020. Anuario de Turismo 2019. Chile.
55. Tolvanen, A. and Kangas, K. 2016. Tourism, biodiversity and protected areas - Review from northern Fennoscandia. *Journal of Environmental Management* 169, 58-66.
56. Torres, J., Repetto, F., Quezada, F., Sánchez, M., González, B. y Vela-Ruiz, G. 2018. Evaluación de senderos de montaña y medidas de manejo para mitigar impactos en el Parque Nacional Torres del Paine, Chile. *Áreas Naturales Protegidas Scripta* 4 (2), 7-28.
57. Torres, J., Vela-Ruiz, G., Olave, C., Repetto, F. y Sanchez, M. 2019. Análisis de la dinámica de visitantes en los senderos de montaña del Parque Nacional Torres del Paine. *Biodiversidata* 8, 87-94.
58. UNESCO. s.f. GEOPARQUE GLOBAL DE LA UNESCO KÜTRALKURA (Chile). Recuperado 25 de septiembre de 2021, de <https://en.unesco.org/global-geoparks/k%C3%BCtralkura>
59. Vallejo, L. 2003. Índice Ultravioleta. Universidad de Antofagasta, Antofagasta.
60. Vidal, O. 2012. Torres del Paine, ecoturismo e incendios forestales: perspectivas de investigación y manejo para una biodiversidad erosionada. *Revista Bosque Nativo* 50, 33-39.
61. Vujko, A., Plavska, J., Petrovic, M.D., Radovanovic, M. and Gajic, T. 2017. Modelling of carrying capacity in National Park - Fruska Gora (Serbia) case study. *Open Geosciences* 9(1), 61-72.
62. Ware, C., Bergstrom, D.M., Muller, E. and Alsos, I.G. 2012. Humans introduce viable seeds to the Arctic on footwear. *Biological Invasions* 14(3), 567-577.
63. Zeng, Y. and Zhong, L. 2020. Identifying conflicts tendency between nature-based tourism development and ecological protection in China. *Ecological Indicators* 109.

9. ANEXOS

Anexo A: Precipitación acumulada periodo 2010 – 2019

Tabla A1. Precipitación acumulada Estación Malalcahuello periodo 2010-2019.

Mes	Valor Acumulado	Valor promedio
Enero	658,3	65,83
Febrero	705,2	70,52
Marzo	725,4	72,54
Abril	1480,3	148
Mayo	2439,9	244
Junio	3278,1	327,8
Julio	2155,7	215,6
Agosto	2858,3	285,8
Septiembre	1433,3	143,3
Octubre	1263,2	126,3
Noviembre	995,5	99,55
Diciembre	1007,4	100,7

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos del Explorador Climático CR2.

Anexo B: Evaluación Capacidad de Manejo de los sectores Administración y Colorado.

La evaluación de los componentes que conforman las variables infraestructura, equipos y personal, fue realizada por los funcionarios de la Reserva Nacional Malalcahuello.

Anexo B.1. Sector Administración.

Tabla B1. Evaluación del componente infraestructura.

Infraestructura	Cantidad Actual (A)	Cantidad Optima (B)	Relación A/B	Estado	Localización	Funcionalidad	Suma (S)	Factor (S/16)
Estacionamiento	1	2	1	3	3	3	10	0,625
Oficina Administrativa	1	1	4	4	4	4	16	1
Casa para personal	7	12	2	1	3	1	7	0,438
Caseta de entrada	0	0	0	0	0	0	0	
Bodega	1	1	4	2	3	3	12	0,750
Caballerizas	1	1	4	1	3	1	9	0,563
Área de picnic	0	1	0	0	0	0	0	0
Refugio	0	0	0	0	0	0	0	
Mesas	0	0	0	0	0	0	0	
Sillas	0	0	0	0	0	0	0	
Baños	2	2	4	3	3	3	13	0,813
Lavamanos	2	2	4	3	3	3	13	0,813
Inodoros	2	2	4	3	3	3	13	0,813
Mirador	3	3	4	2	3	3	12	0,750
Bancos	0	0	0	0	0	0	0	
Señalización	10	10	4	2	3	3	12	0,750
Senderos	2	4	1	3	3	3	10	0,625
Puentes	0	0	0	0	0	0	0	
Área de Camping	0	1	0	0	0	0	0	0
Vivero	0	1	0	0	0	0	0	0
Taller de Carpintería	1	1	4	1	3	3	11	0,688
Sala de Exposiciones	1	1	4	3	3	3	13	0,813
Promedio								0,590

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (1996); Cifuentes et al. (1999).

Tabla B2. Evaluación del componente equipamiento.

Equipamiento	Cantidad Actual (A)	Cantidad Optima (B)	Relación A/B	Estado	Localización	Funcionalidad	Suma (S)	Factor (S/16)
Camioneta	1	2	1	2	3	3	9	0,563
Motocicleta	3	4	2	1	3	3	9	0,563
Tractor	1	1	4	3	3	3	13	0,813
Radio	6	10	2	3	4	2	11	0,688
Botiquín de primeros auxilios	3	4	2	3	3	3	11	0,688
Extintor de incendios	7	7	4	3	3	3	13	0,813
Motosierra	3	5	2	2	3	2	9	0,563
Tienda de Campaña	0	2	0	0	0	0	0	0
Generador	2	4	1	2	3	3	9	0,563
Equipos de sky	4	4	4	2	3	3	12	0,750
Promedio								0,600

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (1996); Cifuentes et al. (1999).

Tabla B3. Evaluación del componente de Personal.

Personal	Cantidad Actual (A)	Cantidad Optima (B)	Relación A/B en la escala (C)	Factor (C/4)
Administrador	1	1	4	1
Guardaparques	7	12	2	0,5
Educador Ambiental	1	1	4	1
Promedio				0,833

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (1996); Cifuentes et al. (1999).

Tabla B4. Evaluación del componente infraestructura.

Infraestructura	Cantidad Actual (A)	Cantidad Optima (B)	Relación A/B	Estado	Localización	Funcionalidad	Suma (S)	Factor (S/16)
Estacionamiento	1	2	1	2	3	2	8	0,500
Oficina Administrativa	0	1	0	0	0	0	0	0
Casa para personal	0	2	0	0	0	0	0	0
Caseta de entrada	1	1	4	4	4	4	16	1
Bodega	0	0		0	0	0		
Caballerizas	0	0		0	0	0		
Área de picnic	0	1	0	0	0	0	0	0
Refugio	0	0		0	0	0		
Mesas	0	0		0	0	0		
Sillas	0	0		0	0	0		
Baños	2	10	0	1	2	2	5	0,313
Lavamanos	2	10	0	3	2	2	7	0,438
Inodoros	2	10	0	3	3	3	9	0,563
Mirador								
Bancos								
Señalización	10	10	4	2	3	3	12	0,750
Senderos	3	4	2	3	3	3	11	0,688
Puentes	0	0	0	0	0	0		
Área de Camping	0	1	0	0	0	0	0	0
Vivero	0	0		0	0	0		
Taller de Carpintería	0	0		0	0	0		
Sala de Exposiciones	1	1	4	3	3	3	13	0,813
Promedio								0,422

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (1996); Cifuentes et al. (1999).

Tabla B5. Evaluación del componente equipamiento.

Equipamiento	Cantidad Actual (A)	Cantidad Optima (B)	Relación A/B	Estado	Localización	Funcionalidad	Suma (S)	Factor (S/16)
Vehículo	0	1	0	0	0	0	0	0
Radio	1	1	4	2	4	4	14	0,875
Botiquín de primeros auxilios	1	2	1	3	3	3	10	0,625
Extintor de incendios	2	2	4	3	3	3	13	0,813
Motosierra	0	1	0	0	0	0	0	0
Tienda de Campaña	0	0		0	0	0		
Generador	1	1	4	2	2	2	10	0,625
Equipos de sky	0	0		0	0	0		
Promedio								0,490

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (1996); Cifuentes et al. (1999).

Tabla B6. Evaluación del componente de Personal.

Personal	Cantidad Actual (A)	Cantidad Optima (B)	Relación A/B en la escala (C)	Factor (C/4)
Administrador	0	0	0	
Guardaparques	0	2	0	0
Educador Ambiental	0	1	0	0
Promedio				0

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (1996); Cifuentes et al. (1999).